

**MINISTARSTVO ZNANOSTI I OBRAZOVANJA**

**NACIONALNI KURIKULUM NASTAVNOGA PREDMETA KEMIJA**

Rujan, 2018.

## **SADRŽAJ**

- A. Opis nastavnoga predmeta Kemija
- B. Odgojno-obrazovni ciljevi učenja i poučavanja nastavnoga predmeta Kemija
- C. Koncepti u organizaciji nastavnoga predmeta Kemije
- D. Odgojno-obrazovni ishodi po razredima i konceptima nastavnoga predmeta Kemija
- E. Povezanost kemije s drugim odgojno-obrazovnim područjima, međupredmetnim temama i ostalim predmetima
- F. Učenje i poučavanje nastavnoga predmeta Kemija
- G. Vrednovanje odgojno-obrazovnih ishoda u nastavnome predmetu Kemija
- H. Pojmovnik nastavnoga predmeta kurikuluma Kemije

## A. OPIS PREDMETA

Kemija je jedna od temeljnih prirodoslovnih znanosti koja proučava sastav, građu, svojstva i pretvorbe tvari. Sve što nas okružuje sastavljen je od tvari, stoga je kemija kao znanost o tvarima i promjenama tvari sastavni dio obrazovanja za zanimanja u mnogim područjima, od prirodoslovnoga, tehničkog, biomedicinskog, biotehničkog do interdisciplinarnih područja. Današnje je društvo suočeno s globalnim problemima za čije je rješenje, između ostalog, potrebno poznavati kemijske koncepte. Stoga je vrlo jasna i neupitna potreba za učenjem i poučavanjem Kemije kao zasebnoga nastavnog predmeta u osnovnim i srednjim školama. Iako kemija ima sve naglašeniji interdisciplinarni karakter, njezina osnovna načela ostaju srž učenja i poučavanja toga predmeta. Vrste čestica i načini njihova povezivanja određuju strukturu tvari, a struktura određuje njihova svojstva i reaktivnost. Jasno predočiti temeljne kemijske koncepte (**Tvari, Promjene i procesi, Energija**) te njihovu primjenu izazov je i svrha oblikovanja suvremenoga pristupa u učenju i poučavanju Kemije.

Učenje i poučavanje predmeta Kemija temelji se na stjecanju znanja i vještina putem složenih kognitivnih procesa percepcije (opažanja), znanstvene komunikacije (prikazivanje opaženoga i rasprava) te rasuđivanja (analiza rasprave, vrednovanje i donošenja zaključaka). Kemijski pokus obuhvaća sve navedene kognitivne procese, stoga je kao dio iskustvenoga učenja temeljna nastavna aktivnost. Učeći kemiju, učenici osim kemijskih spoznaja koja su temelj razumijevanja pojava u živome i neživome svijetu na molekularnoj razini razvijaju sposobnost kritičkoga mišljenja o sebi samima te o neposrednome i globalnome okruženju. Učenje i poučavanje Kemije pridonosi razvoju temeljnih društveno-kulturnih vrijednosti i kompetencija, što se očituje kao:

- odgovorno ponašanje i djelovanje prema svim članovima društva i okolišu
- osjetljivost na cjelokupno društveno okruženje, što je temelj za razvoj solidarnosti, moralnoga ponašanja i poštivanja svakoga člana zajednice
- razvoj vlastitoga identiteta i osobne slobode istovremeno poštujući različitosti i slobodu drugih
- razvoj oblika mišljenja koji će rezultirati inovativnim načinima rješavanja problema i donošenja odluka, što je temelj poduzetništva.

Predmet Kemija poučava se u Republici Hrvatskoj kao zaseban i obvezni nastavni predmet u okviru 3., 4. i 5. odgojno-obrazovnoga ciklusa. Nastavlja se na prethodno postavljene temelje u okviru nastavnih predmeta Priroda i društvo i Priroda, koji se poučavaju tijekom 1. i 2. odgojno-obrazovnoga ciklusa. Takav postupan i kontinuirani način poučavanja dugoročno pruža mladim članovima zajednice mogućnost razvoja u osobe sposobne za samoostvarenje, nastavak obrazovanja, rad i cjeloživotno učenje te posebice na aktivno i odgovorno djelovanje prema svojemu cjelokupnom životnom okruženju.

## B. ODGOJNO-OBRAZOVNI CILJEVI UČENJA I POUČAVANJA

Odgojno-obrazovni ciljevi učenja i poučavanja Kemije su sljedeći:

- stjecanje iskustava koja će pobuditi znatiželju, pozitivan stav i interes za kemiju i prirodoslovje
- razumijevanje i komuniciranje o temeljnim konceptima kemije
- usvajanje i primjena kemijskog nazivlja i simbolike
- razumijevanje principa znanstvenoga i etičkoga pristupa istraživanju te rješavanju kemijskih problema

- stjecanje metakognitivnoga znanja kao preduvjeta za razvijanje samostalnosti, samopouzdanja, inovativnosti, odgovornosti i kreativnosti.

## C. KONCEPTI U ORGANIZACIJI KURIKULUMA KEMIJE

Kemija je temeljna prirodna znanost koja proučava svojstva i građu tvari, pretvorbe iz jedne tvari u drugu tvar te izmjenu energije do koje pritom dolazi. U skladu s tim opisom, poučavanje i učenje Kemije provodi se u sljedećim konceptima:

- Tvari
- Promjene i procesi
- Energija
- Prirodoznanstveni pristup.

Tri koncepta, **Tvari, Promjene i procesi, Energija**, proizašla su iz makrokoncepta prirodoslovnog područja. Oni objedinjuju i pokrivaju sve bitne kemijske teme. **Prirodoznanstveni pristup** uveden je zbog nužnosti da se usvajanjem sadržaja triju navedenih koncepta razvijaju učeničke eksperimentalne i matematičke vještine. Njegova je svrha poticati učenike da svoja promišljanja o sličnosti i razlikama između različitih prirodnih sustava, njihovo interakciju i međuvisinosti izraže jezikom znanosti. Time se ujedno razvija i prirodoslovna pismenost, nadređeni koncept u cijelome prirodoslovnom području, pa tako i u predmetu Kemija. Stoga je Prirodoznanstveni pristup i opisan na isti način kao i tri navedena temeljna koncepta te je u dalnjem tekstu uključen kao koncept. Takva podjela koja vjerno slijedi koncepte u prirodoslovnom području olakšava razumijevanje, širenje, produbljivanje i povezivanje znanja iz prirodoslovlja.

Konceptualna kemijska znanja pomažu učenicima integrirati novousvojene sadržaje u već postojeća znanja i vještine stečene učenjem ostalih predmeta, međupredmetnih tema i područja. Koncepti se međusobno isprepleću u različitim ciklusima obrazovanja i ovisni su jedan o drugome. Svaki koncept nadograđuje se iz godine u godinu školovanja pripremajući učenike za cjeloživotno učenje, izbor budućeg zanimanja i snalaženje u svakodnevnome životu. Konačno se, u petome ciklusu obrazovanja, u učenju i poučavanju Kemije isprepleću svi koncepti u ponuđenim temama te se Kemija poučava u kontekstu te primjene.

Temeljni kemijski koncepti, kao i Prirodoznanstveni pristup, ukratko su opisani u sljedećim odlomcima:

### Tvari

Poznavanje sastava i svojstava različitih materijala temelj je razvoja novih tehnologija i napretka društva. Koncept Tvari uključuje razumijevanje građe tvari od atoma i molekula do složenih struktura poput biološki važnih makromolekula i kristala. Istraživanjem fizikalnih i kemijskih svojstava tvari dolazimo do spoznaja o njihovu sastavu i mogućoj primjeni. Tvari koje nas okružuju sastoje se od mnoštva nedjeljivih čestica. Za razumijevanje kemijskih promjena bitno je poznavati broj i vrstu čestica te načine njihova povezivanja u uzorku tvari. Sve te spoznaje o građi tvari omogućavaju predviđanje svojstava, njihovu primjenu, sigurno rukovanje i korištenje prirodnim resursima te tako pridonose razvijanju pozitivnih stavova o održivome razvoju, a samim time i očuvanju prirode.

## Promjene i procesi

Niz kemijskih reakcija čini tehnološke i biološki važne procese koji pridonose napretku društva. Konceptualno razumijevanje fizičkih i kemijskih promjena vodi do razumijevanja složenijih mehanizama i procesa te razvoja proceduralnog mišljenja. Razumijevanje kemijskih promjena, odnosa između količine utrošenih reaktanata i nastalih produkata, dosega i brzine kemijske reakcije te kemijske ravnoteže bitno je za određivanje sastava uzorka tvari ili iskoristivost tehnoloških procesa. Nastajanje unutarnjimolekulskih i izvanmolekulskih (čestičnih) interakcija povezano je s konceptom Energija, a pretvorba jedne vrste tvari u drugu s konceptom Tvari.

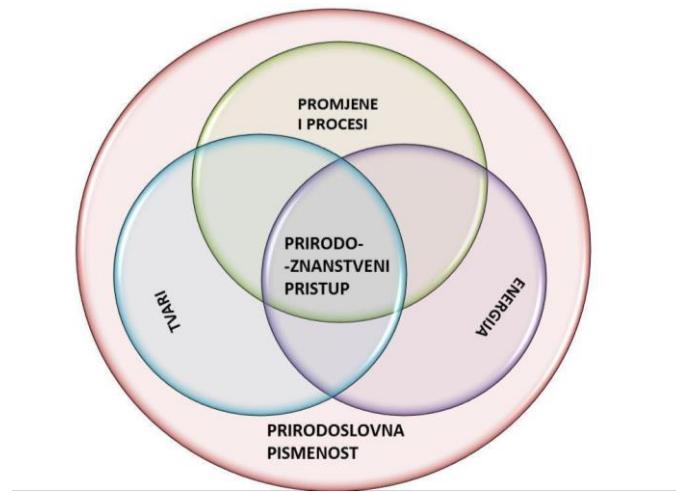
## Energija

Svaki uzorak tvari sadrži određenu količinu unutarnje energije. U uzorku se čestice gibaju (kinetička energija) i međusobno reagiraju (potencijalna energija). Tijekom kemijske reakcije energija se oslobađa ili veže. Za kidanje veza potrebno je uložiti energiju, a nastanjem novih veza energija se oslobađa. Tijekom kemijskih promjena dolazi do pretvorbe jedne vrste energije u drugu, ali i do izmjene energije između sustava i okoline. Proučavajući izmjenu energije između sustava i okoline tijekom kemijskih reakcija, kemičari dolaze do vrijednih informacija o stanjima reaktanata i produkta. Spoznaje o iskoristivosti energije, izmijenjene tijekom kemijske reakcije ili nekoga procesa, neophodne su za razumijevanje prirodnih procesa (i obrnuto) te za razvoj tehnologije.

## Prirodoslovni pristup

Kemija kao prirodna znanost doprinosi povijesnom i tehnološkom razvoju civilizacije, stoga bi se trebala poučavati i u tome kontekstu. Da bi se usvojili temeljni kemijski koncepti, važno je razviti prirodoslovnu pismenost koja obuhvaća usvajanje općenitog prirodoslovnog pogleda, razumijevanje metoda znanstvenoga istraživanja te usvajanje vještina znanstvene komunikacije i interpretacije podataka. Prirodoslovna pismenost u kemiji obuhvaća i sadržaje vezane uz kemijsko nazivlje (stručno nazivlje, opisi pojmovova, njihovi međusobni odnosi i definicije) te simboliku (skraćeni, specifični jezik kemijske znanosti).

Razvijanje Prirodoslovnog pristupa unutar predmeta Kemija nameće se u istraživačkoj nastavi, izvođenju pokusa i proučavanju prirodnih pojava. Opaženo je potrebno analizirati, podatke prikladno matematički obraditi, a rezultate interpretirati i jasno prikazati (brojem, opisom, tablicno ili grafički). Primijenjene matematičke vještine tako nisu same sebi svrha, već dobivaju potrebnu kemijsku interpretaciju na temelju konceptualnog razumijevanja kemijskih zakonitosti. Prirodoslovnstveni pristup, unutar njima nadređene prirodoslovne pismenosti, nužno prožima i temeljna znanja triju kemijskih koncepcata: Tvari, Promjene i procesi te Energija.



*Slika 1. Temeljni kemijski koncepti i prirodoznanstveni pristup*

#### D. ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI PO RAZREDIMA I KONCEPTIMA

Predmetni su kurikulumi napisani prema smjernicama Metodološkog priručnika. Stoga je potrebno proučiti priručnik prije čitanja predmetnoga kurikuluma Kemije. Pri formulaciji odgojno-obrazovnih ishoda i razradi razina usvojenosti korišten je Webbov model razina dubina znanja (2007.). Odgojno-obrazovni ishodi raspisani su u četiri razine usvojenosti, pri čemu iznimna razina odgovara polazišnom ishodu.

##### Odgojno-obrazovni ishodi u osnovnoj školi

###### UVODNE NAPOMENE

Kemija je u osnovnoj školi usmjerena na stjecanje temeljnih i trajnih znanja koja omogućavaju nastavak obrazovanja i samoobrazovanje te razvijanje pozitivnog stava prema toj znanost, pri čemu je važno da navedena znanja budu korisna u svakodnevnome životu.

Učenje i poučavanje Kemije u svim odgojno-obrazovnim ciklusima temelji se na znanstveno-istraživačkom pristupu u čijoj je osnovi pokus. Učenički pokus omogućava da učenik do spoznaja dolazi aktivnim metodama učenja i pritom svoje sposobnosti razvija praktičnim, perceptivnim i misaonim djelovanjem. Pokusi koji se izvode u pravilu su jednostavnii ne zahtijevaju rijetke ili skupe kemikalije, što učiteljima daje veliku slobodu u odabiru pokusa kao i kemikalija potrebnih za njihovo izvođenje. Isti pokus može služiti kao polazište za ostvarivanje više različitih odgojno-obrazovnih ishoda. U izvedbi pokusa treba обратити pozornost na razvijanje sposobnosti opažanja i njihove prezentacije, čime se razvijaju vještine potrebne u svim prirodnim znanostima, ali i jezične kompetencije.

Budući da do svih spoznaja nije moguće doći pokusima, učenike u istraživanju treba uputiti i na druge izvore znanja (internet, stručna literatura, enciklopedije i sl.), te ih poticati na kritičko procjenjivanje informacija.

Tablicu s odgojno-obrazovnim ishodima treba čitati imajući na umu osnovne kurikulske postavke. Odgojno-obrazovni ishodi složeni su prema **koncepcima** koji se obrađuju tijekom pojedinih ciklusa učenja i poučavanja Kemije, a ne po sadržajima ili temama. Pripadajuća razrada ishoda navedena je u tablici kao pomoć učiteljima u snalaženju kurikulumom. Obvezna je realizacija odgojno-obrazovnih ishoda, a učiteljeva je sloboda u odabiru najprikladnijih sadržaja te u redoslijedu obrade. Obrada nekih konceptualno složenijih i apstraktnih sadržaja prilagođena je dobi učenika. Kratice A.7.1. ili B.8.2. i sl. označavaju redom: koncept kojemu ishod pripada (A – Tvari, B – Promjene i procesi, C – Energija, D – Prirodoznanstveni pristup), razred osnovne škole te redni broj odgojno-obrazovnog ishoda koji se poučava unutar navedenog koncepta. Uz neke odgojno-obrazovne ishode navedeno je s kojim su predmetima i međupredmetnim temama u korelaciji, pri čemu se vodilo računa o sadržajnome i vremenskome usklađivanju. Kratica MPT označava međupredmetnu temu, OR III.C.1. održivi razvoj (odgojno-obrazovni ciklus, domena, redni broj odgojno-obrazovnog očekivanja), IKT A.3.2 informacijsko-komunikacijsku tehnologiju (domena, odgojno-obrazovni ciklus, redni broj odgojno-obrazovnog očekivanja). Opisane razine usvojenosti u okviru pojedinih odgojno-obrazovnih ishoda ne predstavljaju nužno cijeli postupak vrednovanja učeničkih znanja i razvoja njihovih vještina. One su smjernice učiteljima, učenicima i njihovim roditeljima te svima pomažu da s većim razumijevanjem prihvate konačne brojčane ocjene. Na kraju tablica za svaki razred dodatno su opisani odgojno-obrazovni ishodi s preporukama za njihovo ostvarivanje.

## Odgojno-obrazovni ishodi u 7. razredu osnovne škole

KONCEPT TVARI - 7. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 1. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU TVARI UČENIK	ZADOVOLJAVAĆA		ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.7.1.	ISTRAŽUJE SVOJSTVA, SASTAV I VRSTU TVARI MPT OR III.A.1. MPT IKT A.3.2	- <b>navodi</b> definiciju tvari, elementarne tvari, kemijskoga spoja, homogene smjese te heterogene smjese - <b>razlikuje</b> pojmove otopina, otapalo i otopljenja tvar - <b>razlikuje</b> nezasićenu, zasićenu i prezasićenu otopinu - <b>navodi</b> fizikalna svojstva tvari, kemijska svojstva tvari te biološka svojstva tvari na primjerima anorganskih i organskih tvari	<b>opisuje</b> svojstva, sastav i vrstu poznatih tvari	<b>razvrstava</b> tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	<b>uspoređuje</b> tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	<b>istražuje</b> svojstva, sastav i vrstu tvari
A.7.2.	PRIMJENJUJE KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE SASTAVA TVARI MPT IKT A.3.2	- <b>opisuje</b> građu atoma - <b>navodi</b> definicije atoma, kemijskog elementa, izotopa - <b>razlikuje</b> atomski od masenog broja - <b>razlikuje</b> simbole kemijskih elemenata - <b>objašnjava</b> strukturu PSE - <b>primjenjuje</b> koeficijent	<b>navodi</b> definicije osnovnih pojmova kemijskog nazivlja i simbolike	<b>razlikuje</b> značenja simboličkih prikaza	<b>objašnjava</b> značenja različitih simboličkih prikaza	<b>primjenjuje</b> kemijsko nazivlje i simboliku
A.7.3.	KRITIČKI RAZMATRA UPOTREBU TVARI I NJIHOV	- <b>kritički razmatra</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš te metode njihova zbrinjavanja i odlaganja u okolišu	<b>opisuje</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na	<b>objašnjava</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari te	<b>istražuje</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari, metode njihova	<b>kritički razmatra</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari, metode njihova zbrinjavanja i odlaganja u okoliš te utjecaj

<b>UTJECAJ NA ČOVJEKOVO ZDRAVLJE I OKOLIŠ</b>  MPT Zdravlje A.3.2.A; MPT OR III.C.1. MPT IKT C.3.3		čovjekovo zdravlje i okoliš	njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš	zbrinjavanja i odlaganja u okoliš te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš	navedenih tvari na čovjekovo zdravlje i okoliš
---	--	-----------------------------	---	--	--

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:**

Učenje i poučavanje Kemije temelji se na kombinaciji odgojno-obrazovnih ishoda iz različitih koncepata, tj. na jednome se sadržaju može realizirati više ishoda iz istoga koncepta ili različitih koncepata. Primjerice, kemijski spoj kao pojam javlja se u ishodu A.7.1., zatim se spoznaje proširuju i produbljuju na njegovu reaktivnost u B.7.1. i B.7.2., a promjene kemijskih spojeva nužno su vezane uz izmjenu energije, C.7.1. i C.7.2. Sve navedeno prožima prirodoznanstveni pristup putem ishoda D.7.1., D.7.2. i D.7.3.

**A.7.1.**

- **fizikalna svojstva tvari:** boja, agregacijsko stanje, toplinska vodljivost, električna vodljivost, magnetičnost, gustoća, talište, vrelište, topljivost na primjerima tvari kojima se koristimo u svakodnevničiji
- **kemijska svojstva tvari:** reaktivnost, kiselost, lužnatost na primjerima tvari kojima se koristimo u svakodnevničiji, **dokazati** kiselost i lužnatost otopine različitim vrstama prirodnih indikatora (čajevi, obojeno cvijeće, crveni kupus, cikla, ljubičasti luk)
- **biološka djelovanja tvari:** utjecaj tvari na živa bića (na primjerima tvari koje poznajemo iz svakodnevnog života)
- **anorganske i organske tvari:** ispitati svojstva kiselina, lužina, soli (na primjerima tvari kojima se koristimo u svakodnevničiji), oksida te biološki važnih spojeva (masti i ulja, ugljikohidrati, bjelančevine), detergenata, sapuna, plastičnih masa, u sklopu čega treba:
  - **obraditi** sastav zraka i vode (elektroliza vode)
  - **obraditi** svojstva zraka, vode i tla
  - **obraditi** svojstva kisika, vodika i dušika
  - **razlikovati** vrste voda: tvrde i meke vode, destilirana voda (korelacija s nastavnim sadržajima prirode i geografije: podjela voda)

**A.7.2.**

- **simboli** kemijskih elemenata: H, C, O, N, Na, K, Mg, Ca, Fe, Cu, Zn, Al, Au, Ag, Hg, P, S, Cl, Br, I
- **koeficijent** pri označavanju većeg broja atoma kemijskog elementa (npr. 3 Br)

**A.7.3.**

- **anorganske i organske tvari:** navedene u **A.7.1.**
- razmotriti uzroke i posljedice onečišćenja zraka, vode i tla
- razmotriti uzroke i posljedice trošenja ozona u atmosferi

KONCEPT PROMJENE I PROCESI - 7. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 1. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KOCEPTU PROMJENE I PROCESI UČENIK	ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA		
B.7.1.	ANALIZIRA FIZIKALNE I KEMIJSKE PROMJENE MPT OR III.A.3. MPT IKT A.3.2.	- navodi fizikalne i kemijске promjene - opisuje riječima fizikalne i kemijске promjene - razlikuje povratne od nepovratnih procesa - određuje sudionike kemijске reakcije - razlikuje vrste kemijskih reakcija analizira utjecaje navedenih promjena na okoliš	navodi primjere fizikalnih i kemijskih promjena te prepoznaje njihove utjecaje na okoliš	opisuje različite fizikalne i kemijске promjene te s pomoću rezultata pokusa opisuje njihove utjecaje na okoliš	istražuje vrste fizikalnih i kemijskih promjena iz svoje okoline te uspoređuje njihove utjecaje na okoliš	analizira primjere fizikalnih i kemijskih promjena koji nisu prethodno obrađeni te kritički razmatra njihove utjecaje na okoliš
B.7.2.	ISTRAŽUJE RAZLIKU U BRZINAMA RAZLIČITIH PROMJENA	- objašnjava razliku u brzinama različitih promjena - istražuje utjecaj čimbenika na brzinu kemijске reakcije na primjerima iz svakodnevnog života - navodi primjere katalizatora - objašnjava primjenu katalizatora u svojstvu čimbenika koji utječe na brzinu kemijске reakcije	prepoznaće razliku u brzinama promjena nabrajajući čimbenike koji utječu na brzinu promjena	opisuje razliku u brzinama promjena te utjecaj čimbenika na brzinu promjena	objašnjava razliku u brzinama promjena te utjecaj različitih čimbenika na brzinu promjena	istražuje razliku u brzinama promjena te utjecaj različitih čimbenika na brzinu promjena

#### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

##### B.7.1.

- **fizikalne promjene:** promjene agregacijskih stanja (na primjeru vode, metala, tvari kojima se koristimo u svakodnevničiji)
- **povratne od nepovratnih reakcija:** razlikuju se na temelju makroskopskih promjena tvari (na primjerima tvari kojima se koristimo u svakodnevničiji)
- vrste kemijskih reakcija: oksidacija (gorenje, korozija...), elektroliza, fotoliza, piroliza, ... (na primjerima tvari kojima se koristimo u svakodnevničiji)

##### B.7.2.

**čimbenici koji utječu na brzinu kemijске reakcije:** površina reaktanta, agregacijsko stanje, kvantitativni sastav reakcijske smjese, temperatura, katalizatori na primjerima iz svakodnevnog života - zrenje voća, truljenje, eksplozije, korozija, konzerviranje i sl.

KONCEPT ENERGIJA- 7. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 1. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU ENERGIJA UČENIK	ZADOVOLJAVA JUĆA		DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA	
C.7.1.	ANALIZIRA IZMJENU ENERGIJE IZMEĐU SUSTAVA I OKOLINE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- razlikuje pojmove temperatura i toplina</li> <li>- razlikuje pojmove okolina i sustav</li> <li>- opisuje fizikalne i kemijske promjene tijekom kojih dolazi do izmjene energije između sustava i okoline na primjerima iz svakodnevnoga života i /ili na temelju pokusa</li> <li>- uočava razliku između endotermnih i egzoternih promjena</li> </ul>	navodi primjere izmjena energije između sustava i okoline na osnovi razlike u temperaturama	opisuje fizičalne i kemijske promjene tijekom kojih dolazi do izmjene energije između sustava i okoline na primjerima iz svakodnevnoga života	objašnjava promjene temperature u sustavu i okolini tijekom fizikalnih i kemijskih promjena na temelju pokusa	analizira izmjenu energije između sustava i okoline uzrokovana fizikalnim i kemijskim promjenama koristeći eksperimentalnim vještinama
C.7.2.	POVEZUJE PROMJENE ENERGIJE UNUTAR PROMATRANOG SUSTAVA S MAKROSKOPSKIM PROMJENAMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisuje pretvorbu energije na primjerima iz svakodnevnoga života te na temelju pokusa</li> <li>- analizira iskoristivost i rasap energije pri različitim pretvorbama</li> <li>- povezuje promjene energije unutar promatranoga sustava s makroskopskim promjenama</li> </ul>	navodi primjere pretvorbi energije iz svakodnevnoga života i u okolišu	opisuje različite pretvorbe energije na primjerima iz svakodnevnoga života i u okolišu	objašnjava mogućnost korištenja energijom pri fizikalnim i kemijskim promjenama	povezuje promjene energije unutar promatranoga sustava s makroskopskim promjenama opaženima u okolišu ili tijekom pokusa
C.7.3.	PROCJENJUJE UČINKOVITOST I UTJECAJ RAZLIČITIH IZVORA ENERGIJE NA OKOLIŠ MPT OR 3.C.1. MPT IKT C.3.3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- navodi prednosti i nedostatke različitih izvora energije</li> <li>- analizira različite izvore energije na temelju njihove energijske učinkovitosti i njihova utjecaja na okoliš</li> </ul>	navodi najčešće korištene izvore energije	objašnjava energijsku učinkovitost različitih izvora energije i njihov utjecaj na okoliš	usporeduje različite izvore energije prema energijskoj učinkovitosti	procjenjuje prednosti i nedostatke različitih izvora energije na temelju njihove energijske učinkovitosti te utjecaja na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

C.7.1.

- opisuje **fizikalne i kemijske promjene** mjerjenjem temperature (npr. šumeća tableta u vodi)
- izmjena energije kao topline: zagrijavanje tijekom kemijske reakcije ( npr. gorenje - energija se oslobađa; prijenos topline sa sustava na okolinu), hlađenje tijekom kemijske reakcije (npr. otapanje limunske kiseline u vodi - energija ulazi u sustav, prijenos topline s okoline na sustav)

C.7.2.

- **primjeri pretvorbe energije:** oksidacija (gorenje, stanično disanje), fotoliza, piroliza, elektroliza, promjene agregacijskih stanja
- **iskoristivosti pretvorbe energije:** npr. pretvorba električne energije u toplinsku i svjetlosnu u žaruljama, izgaranje benzina - kao pretvorba kemijske energije u mehaničku i toplinsku

KONCEPT PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 7. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 1. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK	ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA		
D.7.1.	POVEZUJE REZULTATE I ZAKLJUČKE ISTRAŽIVANJA S KONCEPTUALnim SPOZNAJAMA MPT IKT C.3.3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>objašnjava</b> upotrebu laboratorijskoga posuđa i pribora</li> <li>- <b>razlikuje</b> značenje pictograma</li> <li>- <b>primjenjuje</b> pravila sigurnoga ponašanja prilikom rukovanja kemikalijama, posuđem i priborom</li> <li>- <b>izvodi</b> mjerena (masa, temperatura, volumen)</li> <li>- <b>izvodi</b> postupke razdvajanja sastojaka iz smjese</li> <li>- <b>određuje</b> talište, vrelište, gustoću, topljivost tvari</li> <li>- <b>izvodi</b> pokuse u okviru koncepcata Tvari, Promjene i procesi, Energija</li> <li>- <b>ispituje</b> pokusom zakon o očuvanju mase</li> </ul>	<b>uočava</b> problem, <b>opisuje</b> aparaturu potrebnu za izvedbu odabranoga istraživanja te <b>bilježi</b> opažanja	uz učiteljevu pomoć <b>oblikuje</b> istraživačko pitanje i <b>izvodi</b> mjerena i/ili postupke koji su dio istraživanja	samostalno <b>oblikuje</b> istraživačko pitanje te <b>izvodi</b> mjerena i postupke koji su dio istraživanja	<b>povezuje</b> rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke <b>prikazuje</b> u obliku izvješća
D.7.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE MPT IKT A.3.2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>izračunava</b> maseni i volumni udio sastojka u smjesi te gustoću i topljivost soli u vodi</li> <li>- <b>izračunava</b> broj subatomskih čestica (protoni, neutroni, elektroni)</li> <li>- <b>rješava</b> zadatke vezane uz zakon o očuvanju mase</li> </ul>	<b>opisuje</b> pojave koristeći fizikalne veličine pišući odgovarajuće matematičke izraze i pravilno prikazujući mjerne jedinice	uz učiteljevu pomoć <b>rješava</b> zadatke	samostalno <b>rješava</b> zadatke	<b>kombinira</b> matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka
D.7.3.	UOČAVA ZAKONITOSTI UOPĆAVANjem PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM MODELIMA,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>prikazuje</b> podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstrom, tablicama i grafovima</li> <li>- <b>interpretira</b> različite vrste broječnih, tabličnih i grafičkih podataka te <b>prenosi</b> jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu</li> <li>- <b>prikazuje</b> čestičnim crtežom agregacijska stanja i vrstu tvari</li> </ul>	<b>sintetizira</b> podatke prikupljene radom na tekstu, <b>koristi</b> se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica <b>očitava</b> podatke	broječane podatke <b>prikazuje</b> tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinacijske osi	međusobno <b>usporeduje</b> crteže, tablične i grafičke prikaze te <b>izvodi</b> zaključke na temelju prikazanih rezultata	<b>uočava</b> zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih <b>opisuje</b> riječima

	<b>TABLICAMA I GRAFOVIMA</b> MPT IKT A.3.1.	- prikazuje tablicama i grafikonima energijsku učinkovitost različitih vrsta energije				
--	--	---	--	--	--	--

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

D.7.1.

- **prikazivanje podataka tablicama i grafovima:** topljivost, **mjerjenje:** mase, temperature, volumena
- **postupci razdvajanja sastojaka iz smjese:** filtriranje, dekantiranje, taloženje, odvajanje magnetom, isparavanje, kristalizacija, destilacija, sublimacija (na primjerima tvari kojima se koristimo u svakodnevnicima)
- **određivanje** tališta, vrelišta, gustoće, topljivosti plinova i čvrstih tvari u vodi pri različitim temperaturama, miješanje tekućina, učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda (npr. mineralna voda, salmijak, modra galica, alkohol, ulje, šećer itd.)
- **pokusi u okviru koncepata** kojima se istražuju vrste kemijskih promjena: oksidacija (gorenje, korozija...) elektroliza, fotoliza, piroliza (učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda)

D.7.3.

- gustoća, talište i vrelište
- **različite vrste energije:** toplinska, svjetlosna, električna

## Odgojno-obrazovni ishodi u 8. razredu osnovne škole

KONCEPT TVARI - 8. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 2. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU TVARI UČENIK			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.8.1.	PRIMJENJUJE KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE SASTAVA TVARI MPT IKT A.3.2.	- <b>navodi</b> definicije molekula elementarne tvari i kemijskoga spoja, iona (kationa, aniona), valencije, relativne atomske i molekulske mase - <b>razlikuje</b> stechiometrijski koeficijent i indeks - <b>prikazuje</b> kemijskim formulama elementarne tvari i kemijske spojeve - <b>imenuje</b> anorganske spojeve i organske spojeve na temelju kemijskih formula - <b>uočava</b> različite strukture organskih i anorganskih spojeva i povezuje s makroskopskim svojstvima	<b>navodi</b> definicije osnovnih pojmoveva kemijskog nazivlja i simbolike	<b>razlikuje</b> značenja različitih vrsta simboličkih prikaza	<b>primjenjuje</b> značenje različitih vrsta simboličkih prikaza	<b>objašnjava</b> kemijsko nazivlje i simboliku
A.8.2.	POVEZUJE GRAĐU TVARI S NJIHOVIM SVOJSTVIMA MPT IKT A.3.1.	- <b>opisuje</b> građu iona, molekula elementarnih tvari i kemijskih spojeva - <b>povezuje</b> čestičnu građu anorganskih tvari i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima	<b>opisuje</b> čestičnu građu tvari i svojstva tvari	<b>objašnjava</b> čestičnu građu i svojstva tvari	<b>usporeduje</b> tvari prema građi i svojstvima	<b>povezuje</b> građu tvari s njihovim svojstvima
A.8.3.	KRITIČKI RAZMATRA UPOTREBU TVARI I NJIHOV UTJECAJ NA ČOVJEKOVO ZDRAVLJE I OKOLIŠ MPT OR III.A.3.; MPT Zdravlje A.3.2.A; MPT IKT C.3.4.	- <b>kritički razmatra</b> upotrebu tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš	<b>opisuje</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš	<b>objašnjava</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš	<b>istražuje</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš	<b>kritički razmatra</b> upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

A.8.1.; A.8.2.

- empirijska i molekulska formula
- svojstva ugljika, sumpora, kalcija i željeza te njihovih spojeva
- **anorganski spojevi:** klorovodična, sumportna, sumporasta, dušična i ugljična kiselina, amonijak, natrijev hidroksid, kalijev hidroksid, kalcijev hidroksid, magnezijev hidroksid, željezov(II) hidroksid i željezov(III) hidroksid, natrijev klorid, kalcijev karbonat i modra galica
- **organski spojevi:** metan, etan, propan, butan, eten, etin, metanol, etanol, mravlja i octena kiselina, glukoza (tališta, vrelišta, topljivost u vodi, veza međudjelovanja s makroskopskim svojstvima)

A.8.3.

- **upotreba tvari i njihov utjecaj na čovjekovo zdravlje i okoliš:** kiseline, lužine, soli, minerali (tvari koje izgrađuju Zemljinu koru), staklenički plinovi, kisele kiše, metan, etan, propan, butan, metanol, etanol, različite vrste otpada
- koristeći se stručnom literaturom, istražiti utjecaj prekomjerne konzumacije alkohola na ljudsko zdravlje

KONCEPT PROMJENE I PROCESI - 8. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 2. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PROMJENE I PROCESI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
B.8.1.	PRIMJENJUJE KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE PROMJENA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>razlikuje</b> fizikalne i kemijske promjene opisane kemijskim nazivljem i simbolikom</li> <li>- jednadžbama kemijske reakcije <b>prikazuje</b> kemijske promjene</li> <li>- <b>označava</b> agregacijska stanja tvari u kemijskim jednadžbama</li> <li>- <b>iskazuje</b> kvalitativno i kvantitativno značenje jednadžbe kemijskih reakcija</li> <li>- <b>povezuje</b> jednadžbu kemijske reakcije sa zakonom o očuvanju mase</li> <li>- <b>koristi se</b> kemijskim nazivljem i simbolikom za objašnjavanje promjena na makroskopskoj i čestičnoj razini</li> </ul>	<p><b>prepoznaće</b> fizikalne i kemijske promjene opisane kemijskim nazivljem i simbolikom</p>	<p><b>opisuje</b> fizikalne i kemijske promjene kemijskim nazivljem i simbolikom</p>	<p><b>opisuje</b> fizikalne i kemijske promjene kemijskim nazivljem i simbolikom</p>	<p><b>primjenjuje</b> kemijsko nazivlje i simboliku za opisivanje fizikalnih i kemijskih promjena</p>
B.8.2.	ANALIZIRA VRSTE KEMIJSKIH REAKCIJA MPT OR III.C.2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>objašnjava</b> kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih tvari</li> <li>- <b>objašnjava</b> kemijske promjene na primjerima reakcija organskih tvari</li> </ul>	<p><b>prepoznaće</b> kemijske promjene nabrajajući prethodno obrađene primjere kemijskih promjena ili iz svakodnevnice</p>	<p><b>opisuje</b> kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari</p>	<p><b>objašnjava</b> kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari</p>	<p><b>analizira</b> sljed kemijskih promjena tijekom izvedbe pokusa</p>
B.8.3.	ANALIZIRA BRZINE PROMJENA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>analizira</b> brzine različitih kemijskih promjena</li> <li>- <b>analizira</b> utjecaj različitih čimbenika na brzinu kemijske reakcije</li> <li>- <b>objašnjava</b> ulogu enzima (biokatalizatori)</li> </ul>	<p><b>opisuje</b> brzinu promjene anorganskih i organskih tvari prepoznajući utjecaj</p>	<p><b>uspoređuje</b> brzine različitih promjena</p>	<p><b>objašnjava</b> brzinu promjene i utjecaj čimbenika na brzinu</p>	<p><b>analizira</b> utjecaje različitih čimbenika na čestičnoj razini koji</p>

			svih čimbenika na brzinu promjene	anorganskih i organskih tvari te utjecaj čimbenika na brzinu kemijske promjene	promjena na čestičnoj razini	uvjetuju brzinu promjena
--	--	--	-----------------------------------	--	------------------------------	--------------------------

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:**

**B.8.1.**

- naglasiti da su kemijske jednadžbe usustavljen simbolički prikaz kemijske i fizikalne promjene
- naglasiti da nema oštре granice između nekih fizikalnih i kemijskih promjena (primjerice otapanje soli, radioaktivni raspad, ...)

**B.8.2.**

- **kemijske promjene na primjerima slijeda reakcija anorganskih tvari:**
  - nemetal → oksid nemetala → kiselina
  - metal → oksid metala → lužina
  - reakcije nastajanja soli (metal + nemetal, metal + kiselina, oksid metala + kiselina, kiselina + lužina)
- **kemijske promjene na primjerima reakcija organskih tvari:** gorenje, alkoholno vrenje, octeno-kiselo vrenje pri čemu se ne mora koristiti struktURNIm formulama

**B.8.3.**

- različitim čimbenicima koji utječu na brzinu kemijske reakcije obrađenim u 7. razredu dodaje se utjecaj biokatalizatora

KONCEPT ENERGIJA- 8. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 2. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU ENERGIJA UČENIK	ZADOVOLJAVAĆA		DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA	
C.8.1.	ANALIZIRA IZMJENE ENERGIJE PRI FIZIKALNIM I KEMIJSKIM PROMJENAMA NA ČESTIČNOJ RAZINI	- <b>objašnjava</b> pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na primjerima iz svakodnevnoga života - <b>analizira</b> pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na čestičnoj razini	<b>navodi</b> pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama na primjerima iz svakodnevnoga života	<b>opisuje</b> promjene pri pretvorbi i izmjeni energije tijekom fizikalnih i kemijskih promjena	<b>objašnjava</b> pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama povezujući ih s makroskopskim promjenama	<b>analizira</b> pretvorbe i izmjene energije između sustava i okoline pri fizikalnim i kemijskim promjenama na čestičnoj razini
C.8.2.	PROCJENJUJE UČINKOVITOST I UTJECAJ RAZLIČITIH IZVORA ENERGIJE NA OKOLIŠ MPT IKT C.3.4.	- <b>navodi</b> prednosti i nedostatke različitih izvora energije - <b>objašnjava</b> utjecaj odgovorne i neodgovorne uporabe fosilnih goriva na okoliš - <b>analizira</b> različite izvore energije na temelje njihove energijske učinkovitosti - <b>analizira</b> utjecaj izvora energije na okoliš	<b>navodi</b> najčešće korištene izvore energije te objašnjava utjecaj produkata izgaranja fosilnih goriva na okoliš	<b>objašnjava</b> energijsku učinkovitost različitih izvora energije i njihov utjecaj na okoliš	<b>usporeduje</b> različite izvore energije prema energijskoj učinkovitosti i njihov utjecaj na okoliš	<b>procjenjuje</b> prednosti i nedostatke različitih izvora energije na temelju njihove energijske učinkovitosti te mogućega utjecaja na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

C.8.1.

- **pretvorbe i izmjene energije pri fizikalnim i kemijskim promjenama** na primjerima iz svakodnevnoga života: promjene agregacijskih stanja tvari, fotosinteza, stanično disanje, termos-boce...

C.8.2.

**izvori energije:** fosilna goriva (ugljen, nafta i zemni plin), alternativni izvori energije – moguće realizirati kao projektnu nastavu

KONCEPT PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 8. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 2. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPNU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK:	ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA		
D.8.1.	POVEZUJE REZULTATE I ZAKLJUČKE ISTRAŽIVANJA S KONCEPTUALNIM SPOZNAJAMA MPT OR III.B.2. MPT IKT C.3.4.	- <b>izvodi</b> pokuse u okviru koncepata Tvari, Promjene i procesi, Energija	<b>uočava</b> problem, <b>opisuje</b> aparaturu potrebnu za izvedbu odabranoga istraživanja te <b>bilježi</b> opažanja	uz učiteljevu pomoć <b>oblikuje</b> istraživačko pitanje i <b>izvodi</b> mjerena i postupke koji su dio istraživanja	samostalno <b>oblikuje</b> istraživačko pitanje te <b>izvodi</b> mjerena i postupke koji su dio istraživanja	<b>povezuje</b> rezultate i zaključke istraživanja s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke <b>prikazuje</b> u obliku izvješća
D.8.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE MPT IKT A.3.2.	- <b>izračunava</b> broj subatomskih čestica u ionu - <b>izračunava</b> relativnu molekulsku masu - <b>izračunava</b> maseni udio pojedinih vrsta atoma u spoju	<b>opisuje</b> pojave koristeći fizičke veličine pišući odgovarajuće matematičke izraze i pravilno prikazujući mjerne jedinice	uz učiteljevu pomoć <b>rješava</b> zadatke	samostalno <b>rješava</b> zadatke	<b>kombinira</b> matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka
D.8.3.	UOČAVA ZAKONITOSTI UOPĆAVANJEM PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM, MODELIMA, TABLICAMA I GRAFOVIMA MPT IKT A.3.1.	- <b>prikazuje</b> podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima - <b>interpretira</b> različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te <b>prenosi</b> jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu - <b>prikazuje</b> modelima čestičnu građu tvari	<b>sintetizira</b> podatke prikupljene radom na tekstu, <b>koristi</b> se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica <b>očitava</b> podatke	brojčane podatke <b>prikazuje</b> tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinacijske osi	međusobno <b>usporeduje</b> crteže, tablične i grafičke prikaze te <b>izvodi</b> zaključke na temelju prikazanih rezultata	<b>uočava</b> zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

#### D.8.1.

- **pokusi u okviru koncepata** odnose se na kemijske reakcije nemetala, metala, oksida nemetala i metala, kiselina, lužina, soli, neutralizaciju, gorenje (npr. sumpora, magnezija, ugljikovodika, alkohola, drveta), alkoholno i octeno-kiselo vrenje; učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda

#### D.8.3.

- **prikazuje** fizičkim modelima čestičnu građu tvari - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...); modelima se koristi samo radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva
- **čestičnim crtežom prikazuje** jednadžbu kemijske reakcije i sastav vodenih otopina kiselina, hidroksida i soli

## Odgojno-obrazovni ishodi u gimnazijama

### UVODNE NAPOMENE

Tablicu s odgojno-obrazovnim ishodima treba čitati imajući na umu neke osnovne kurikulumske postavke. Odgojno-obrazovni ishodi složeni su prema konceptima koji se obrađuju tijekom pojedinih ciklusa učenja kemije, a ne po ključnim sadržajima ili temama. Pripadajuća razrada ishoda navedena je u tablici kao pomoć učiteljima u snalaženju u kurikulumu, ali učiteljima nije obvezujuća. Obvezujući su samo odgojno-obrazovni ishodi. Oni se moraju obraditi, a učiteljeva je sloboda u biranju najprikladnijih sadržaja kojima će se ostvariti zadani odgojno-obrazovni ishodi. Kratice A.1.1. ili D.3.2., i sl. označavaju redom: koncept kojemu ishod pripada (A – Tvari, B – Promjene i procesi, C – Energija, D – Prirodoslovnanski pristup), razred srednje škole te redni broj odgojno-obrazovnih ishoda koji se poučava unutar navedenog koncepta. Uz neke odgojno-obrazovne ishode navedeno je s kojim su predmetima i međupredmetnim temama u korelaciji, pri čemu se vodilo računa o sadržajnome i vremenskome usklađivanju. Kratica MPT označava međupredmetnu temu, OR III.C.1. održivi razvoj (odgojno-obrazovni ciklus, domena, redni broj odgojno-obrazovnog očekivanja), IKT A.3.2 informacijsko-komunikacijsku tehnologiju (domena, odgojno-obrazovni ciklus, redni broj odgojno-obrazovnog očekivanja).

Odgojno-obrazovni ishodi temelje se na eksperimentalnome proučavanju svojstava i promjene svojstava tvari iz bližega okruženja poštujući sve etape znanstvenoga istraživanja, tj. temelje se na učenju otkrivanjem. Nije propisana ni metoda, tj. strategija poučavanja, osim što se u kurikulumu naglašava smisao njegovanja istraživačkoga rada učenika. Pokus, kao osnovno načelo laboratorijskoga rada u učenju i poučavanju Kemije i dalje je njezin središnji dio. Učiteljeva je sloboda izabrati one tvari, bilo anorganske, bilo organske, koje će najbolje poslužiti za usvajanje odgojno-obrazovnih ishoda.

Opisane razine usvojenosti u okviru pojedinih odgojno-obrazovnih ishoda ne predstavljaju nužno cijeli postupak vrednovanja učeničkih znanja i razvoja njihovih vještina. One su smjernice učiteljima, učenicima i njihovim roditeljima te svima pomažu da s većim razumijevanjem prihvate konačne brojčane ocjene.

Neki konceptualno vrlo složeni i apstraktni sadržaji prebačeni su iz nižih u više razrede gimnazije (primjerice, modeli atoma i atomski spektri), čime se sadržaj prilagodio mentalnoj dobi učenika, a neki su posve zanemareni (primjerice, tehnološki procesi proizvodnje pojedinih tvari) kao nepotrebno opterećujući. Budući da u Republici Hrvatskoj postoje različite vrste gimnazija (opća, jezična, prirodoslovna, prirodoslovno-matematička...), kurikulumski je pristup kemiji prilagođen svakoj od njih tako da se imalo u vidu mogućnost prohodnosti kroz srednje škole (prijevod iz jedne vrste srednjoškolske ustanove u drugu) te nastavak daljnega školovanja učenika.

U četvrtoj razredu gimnazija odgojno-obrazovni ishodi i dalje su opisani u navedenim konceptima, ali ih je bilo lakše prikazati unutar predloženih većih sadržajnih cjelina koje su zbog jednostavnosti nazvane temama. Svakomu je učitelju ostavljeno na izbor da u potpunosti realizira odgojno-obrazovne ishode najmanje tri od ponuđenih pet tema (navedene u okviru) s obzirom na vrstu gimnazije i u dogоворu s većinom učenika, tj. poštujući njihov interes, pri čemu je tema Elektromagnetsko zračenje i tvari obvezna svim gimnazijama, bez obzira na njihov program.

Na kraju tablica za svaki razred odgojno-obrazovni ishodi dodatno su opisani preporukama za njihovo ostvarivanje.

## Odgojno-obrazovni ishodi u 1. razredu gimnazije

KONCEPT TVARI - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU TVARI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.1.1.	ANALIZIRA SVOJSTVA, SASTAV I VRSTU TVARI	- navodi značajke agregacijskih stanja tvari - uspoređuje tvari po sastavu, vrsti i svojstvima - uspoređuje tvari na temelju periodičnosti kemijskih svojstava - uspoređuje polumjere atoma, relativni koeficijent elektronegativnosti, afinitet za elektron, energiju ionizacije atoma - uspoređuje temeljna svojstva tekućina - analizira dipolni moment molekula	opisuje svojstva, sastav i vrstu poznatih tvari	razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	uspoređuje tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	samostalno analizira svojstva, sastav i vrstu tvari
A.1.2.	PRIMJENIUJE KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE SASTAVA TVARI MPT IKT A.4.1.	- objašnjava sljedeće pojmove: atom, izotop, kemijski element, elementarna tvar - prikazuje Lewisovom simbolikom atome, molekule i ione - imenuje i kemijskim formulama prikazuje anorganske spojeve te odabранe organske spojeve - uspoređuje empirijsku i molekulsku formulu spoja	navodi definicije osnovnih pojmljiva kemijskog nazivlja i simboličke	razlikuje značenje simboličkih prikaza potrebnih za opisivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava tvari	objašnjava značenje simboličkih prikaza potrebnih za opisivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava tvari	primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku potrebnu za opisivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava tvari

A.1.3.	<b>POVEZUJE GRAĐU TVARI S NJIHOVIM SVOJSTVIMA</b> MPT IKT A.4.1.	- opisuje gradu atoma, iona, molekula elementarnih tvari i kemijskih spojeva - objašnjava prostorni raspored čestica u elementarnim tvarima, kemijskim spojevima i kristalima - povezuje čestičnu građu anorganskih tvari i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima	<b>opisuje</b> čestičnu gradu tvari i svojstva tvari	<b>objašnjava</b> čestičnu građu i svojstva tvari	<b>uspoređuje</b> tvari prema građi i svojstvima	<b>povezuje</b> gradu tvari s njihovim svojstvima
A.1.4.	<b>KRITIČKI RAZMATRA UPOTREBU TVARI I NJIHOV UTJECAJ NA OKOLIŠ</b> MPT OR IV.A.2. i IV.A.3. MPT Zdravlje A.4.2.A MPT IKT C.4.3.	- kritički razmatra upotrebu anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš	<b>opisuje</b> upotrebu različitih anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš	<b>objašnjava</b> upotrebu različitih anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš	<b>istražuje</b> upotrebu anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš	<b>kritički razmatra</b> upotrebu anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš

#### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

##### A.1.1., A.1.2., A.1.3. i A.1.4.

- **anorganske tvari:** metali, nemetali, kiseline, baze, soli, oksidi
- **organski spojevi:** ugljikovodici, alkoholi, aldehydi, ketoni, karboksilne kiseline, **neobvezno:** obrada njihovih svojstva jer se ishod odnosi samo na čestičnu građu tih spojeva, uvođenje pojma funkcijskih skupina te načine prikazivanja strukturnih formula i nazivlje tih spojeva
- obraditi **nazivlja** anorganskih i organskih spojeva, te izomeriju na primjeru lančastih ugljikovodika, alkohola i ketona

##### A.1.1., A.1.2., A.1.3.

- u obradi **građe atoma** nije potrebno obrađivati modele atoma, atomske spektre niti građu elektronskoga omotača; atom je u ovome ciklusu dovoljno opisati s pomoću protonskoga i nukleonskoga broja, a prikazati neutralne atome kemijskih elemenata Lewisovom simbolikom uvođeći pojam valentnih elektrona; detaljnije o atomu i građi atoma uči se na kraju 5. ciklusa
- obraditi tablicu PSE i periodičnost svojstava atoma

##### A.1.1.

- **fizikalna svojstva čistih tvari:** tekućine (opće karakteristike tekućina - viskoznost, napetost površine tekućina, isparavanje tekućina), promjene agregacijskih stanja, fazni dijagram vode, plinovi, čvrste tvari (gustoća, talište, vrelište, krivulja zagrijavanja čvrstih tvari)
- **fizikalna svojstva smjesa:** vrste otopina i topljivost tvari u vodi – čvrste tvari, tekućine i plinovi, krivulje topljivosti čvrstih tvari i plinova
- **agregacijska stanja tvari** povezati s kinetičkom energijom čestica
- **usporedba tvari po sastavu, vrsti i svojstvima:**- vrste tvari, vrste otopina, kristali i minerali
  - **kristali** - podjela prema vrsti kemijske veze i čestičnim međudjelovanjima, usporedba makroskopskih svojstava kristala, građa i svojstva ionskih, atomskih (dijamant i kristali metalja) i molekulskih kristala (kristali sumpora, fosfora); **neobvezno:** simetrijski elementi i kristalografski sustavi

##### A.1.2.

- **tablični i grafički prikaz:** fazni dijagram vode, krivulja zagrijavanja čvrstih tvari, krivulja topljivosti...

##### A.1.3.

- pri **povezivanju čestične građe anorganskih i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima** obratiti pozornost na vrstu čestičnih međudjelovanja i njihov utjecaj na agregacijsko stanje, reaktivnost, kiselost, lužnatost, ...

KONCEPT PROMJENE I PROCESI - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PROMJENE I PROCESI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
B.1.1.	OBJAŠJAVA VRSTE I SVOJSTVA KEMIJSKIH VEZA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>nabrja</b> vrste kemijskih veza i njihova svojstva</li> <li>- <b>prepoznaće</b> vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti elemenata</li> <li>- <b>prepoznaće</b> vrstu međučestičnih privlačnih sila</li> <li>- <b>prikazuje</b> čestice reaktanata i produkata Lewisovom simbolikom</li> </ul>	<b>navodi</b> vrste kemijskih veza i njihova svojstva	<b>prepoznaće</b> vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnom koeficijentu elektronegativnosti elemenata i <b>prikazuje</b> dvoatomne čestice Lewisovom simbolikom	<b>usporeduje</b> vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnom koeficijentu elektronegativnosti elemenata i <b>prikazuje</b> višatomne čestice Lewisovom simbolikom	<b>objašnjava</b> vrste kemijskih veza, svojstva kemijskih veza te vrste međučestičnih privlačnih sila
B.1.2.	ANALIZIRA FIZIKALNE I KEMIJSKE PROMJENE MPT IKT C.4.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>prepoznaće</b> promjene i piše jednadžbe kemijskih reakcija koje opisuju fizikalne i kemijske promjene tvari</li> <li>- <b>opisuje</b> svojstva tvari nastalih fizikalnim i kemijskim promjenama (ovisno o vrsti veze)</li> <li>- <b>objašnjava</b> fizikalne i kemijske promjene anorganskih i organskih spojeva na submikroskopskoj razini</li> <li>- <b>usporeduje</b> i <b>kritički razmatra</b> utjecaj sudionika kemijskih promjena na okoliš</li> </ul>	<b>prepoznaće</b> fizikalne i kemijske promjene navodeći poznate primjere o kojima je učio ili iz svakodnevnice te <b>navodi</b> utjecaj sudionika fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš	<b>opisuje</b> fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te <b>opisuje</b> utjecaj sudionika fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš	<b>objašnjava</b> fizikalne i kemijske promjene anorganskih i organskih tvari te <b>usporeduje</b> utjecaj sudionika fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš	tijekom istraživačkoga rada <b>analizira</b> fizikalne promjene i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te <b>kritički razmatra</b> utjecaj sudionika fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

B.1.1.

- **vrste kemijskih veza:** kovalentna (jednostruka, dvostruka, trostruka), ionska, metalna – teorija elektronskoga plina;
- u obradi ionskih spojeva naglasiti međudjelovanje (elektrostatske interakcije) aniona i kationa i posljedice na njihova makroskopska svojstva, te opisati različite načine nastajanja ionskih spojeva (primjerice kristalizacijom iz vodenih otopina, reakcijom metala i kiselina, taložnim reakcijama, reakcijom metala i nemetala, reakcijom amonijaka i klorovodika).
- **svojstva kemijskih veza:** duljina, jakost i polarnost
- **prikazuje** strukture reaktanata i produkata Lewisovom simbolikom - u značenju prikazivanja nastajanja ionskih i kovalentnih veza
- **međučestične privlačne sile** odnose se i na kemijske veze i na međumolekulske privlačne sile

B.1.2.

- **fizikalne promjene:** promjene agregacijskih stanja, polimorfni i alotropni prijelazi
- **kemijske promjene** na primjerima jednostavnih spojeva (npr. voda, bakrov(II) sulfid, cinkov jodid, oksidi metala i nemetala i sl.): sinteza i analiza, oksidacija (gorenje, korozija), elektroliza, fotoliza...
- reakcije oksidacije i redukcije
- pri **proučavanju kemijskih promjena** obratiti pozornost na reaktivnost, kiselost i lužnatost tvari
- **utjecaj kemijskih promjena** na okoliš: gorenje, elektroliza, korozija...

KONCEPT ENERGIJA- 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU ENERGIJA UČENIK:	NAKRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU ENERGIJA UČENIK:		ZADOVOLJAVA JUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C.1.1.	POVEZUJE POTENCIJALNU ENERGIJU S KEMIJSKIM VEZAMA IZMEĐU ATOMA UNUTAR MOLEKULE TE S MEDUČESTIČNIM DJELOVANJIMA	- opisuje kemijske veze i međudjelovanja između molekula koristeći se Lewisovom simbolikom - povezuje potencijalnu energiju s kemijskim vezama između atoma unutar molekule te s međučestičnim djelovanjima - objašnjava promjene energije sustava prilikom nastajanja i kidanja kemijskih veza i drugih međučestičnih djelovanja	navodi vrste kemijske veze i primjere tvari u kojima je prisutna određena vrsta kemijske veze te vrstu međučestičnih djelovanja	opisuje unutarnju energiju sustava i potencijalnu energiju sadržanu u kemijskim vezama te međučestičnim djelovanjima	objašnjava promjene unutarnje energije do kojih dolazi tijekom kemijskih reakcija i promjena agregacijskih stanja	povezuje promjene unutarnje energije sustava zbog nastajanja i kidanja kemijskih veza te međučestičnih djelovanja
C.1.2.	POVEZUJE KINETIČKU ENERGIJU S PROSJEČNOM BRZINOM GIBANJA ATOMA I MOLEKULA U SUSTAVU TE S TEMPERATUROM	- opisuje agregacijska stanja tvari i promjene agregacijskih stanja ovisno o temperaturi i tlaku - povezuje kinetičku energiju s brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu te prosječnu kinetičku energiju s temperaturom sustava	navodi agregacijska stanja tvari i promjene agregacijskih stanja ovisno o temperaturi i tlaku	opisuje kinetičku energiju s brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu	objašnjava kinetičku energiju čestica u sustavu s pomoću njihove brzine gibanja i temperature	povezuje kinetičku energiju s brzinom gibanja atoma i molekula u sustavu te prosječnu kinetičku energiju s temperaturom sustava
C.1.3.	POVEZUJE SVOJSTVA TVARI S VRSTOM KEMIJSKE VEZE I MEDUČESTIČNIM DJELOVANJIMA	- povezuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s vrstom kemijske veze - navodi fizikalna i kemijska svojstva tvari koja ovise o vrsti kemijske veze i/ili međučestičnim djelovanjima - povezuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s vrstom međučestičnih djelovanja	navodi fizikalna i kemijska svojstva tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja	opisuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja	objašnjava fizikalna i kemijska svojstava tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja	povezuje fizikalna i kemijska svojstva tvari s obzirom na vrstu kemijske veze i vrstu međučestičnih djelovanja

		- <b>uspoređuje</b> energije različitih kemijskih veza i međučestičnih djelovanja				
--	--	---	--	--	--	--

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

C.1.1.

- **unutarnju energiju sustava** čini potencijalna energija (energija kemijskih veza i međučestična djelovanja) te kinetička energija (posljedica gibanja čestica u sustavu)

C.1.2.

- srednja vrijednost kinetičke energije čestica povezana je s temperaturom

C.1.3.

- **fizikalna svojstva tvari** koja ovise o vrsti kemijske veze i međučestičnim djelovanjima te temperaturi: agregacijsko stanje, talište, vrelište, gustoća, topljivost, viskoznost, površinska napetost, tlak para, tvrdoća
- **kemijska svojstva tvari** koja ovise o vrsti kemijske veze i temperaturi: reaktivnost, kiselost i lužnatost

KONCEPT PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
D.1.1.	POVEZUJE REAZULTATE POKUSA S KONCEPTUALnim SPOZNAJAMA MPT IKT C.4.3.	- izvodi zaključke na temelju rezultata pokusa	opisuje aparaturu potrebnu za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja	uz učiteljevu pomoć izvodi mjerena i/ili postupke koji su dio pokusa	samostalno izvodi mjerena i postupke koji su dio pokusa	povezuje rezultate i zaključke pokusa s konceptualnim spoznajama
D.1.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE MPT IKT C.4.1.	- primjenjuje matematičke vještine za osnovni kemijski račun - izračunava množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija - izračunava empirijsku i molekulsku formulu spoja	izriče definicije fizikalnih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze	uz učiteljevu pomoć rješava zadatke	samostalno rješava zadatke prikazujući mjerne jedinice	samostalno kombinira matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka
D.1.3.	UOČAVA ZAKONITOSTI UOPČAVANjem PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM, MODELIMA, TABLICAMA I GRAFOVIMA MPT IKT C.4.1.	- prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima - interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu - modelima opisuje prostornu građu tvari - prikazuje grafički promjene agregacijskih stanja tvari ovisno o temperaturi i tlaku	sintetizira podatke prikupljene radom na tekstu, koristi se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica očitava podatke	brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinacijske osi	međusobno uspoređuje crteže, tablične i grafičke prikaze	uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

### D.1.1.

- **pokusi** koje učenik ili učitelj izvode mogu biti vrlo jednostavni, ali i složeni; bitno je da se poštuje sljedeća znanstvena metoda: bilježi zapaženo, pravilno izvodi mjerena, slijedi upute, logično analizira rezultate, argumentirano pronalazi nedostatke pokusa i/ili izvedbe pokusa za potpuno prihvatanje rezultata, odgovorno izvještava o mogućim pogreškama u izvođenju pokusa, obrazlaže rezultate pokusa konceptualnim spoznajama, a u izvještaju o radu navodi literaturu
- **pokusi u okviru koncepcata:** tekućine (opće karakteristike tekućina - viskoznost, napetost površine tekućina, isparavanje tekućina), promjene agregacijskih stanja, gustoća, talište, vrelište, krivulja zagrijavanja čvrstih tvari, topljivost tvari u vodi – čvrste tvari, tekućine i plinovi, krivulja topljivosti čvrstih tvari, kemijske promjene (na jednostavnim primjerima; učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda)
- jednim se pokusom mogu ostvariti različiti ishodi (npr., reakcija bakra i sumpora - ishodi B.1.2., D.1.2. te neki ishodi u 2. i 3. razredu)
- **prikazuje** modelima čestičnu građu tvari - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva

### D.1.2.

- uz **račun** usvojen tijekom 3. obrazovnog ciklusa kemijski se račun produbljuje spoznajama o množini tvari, brojnosti, molarnoj masi, molarnome volumenu plina, tlaku plina, topljivosti tvari, izračunavanju množine tvari na temelju jednadžbe kemijske reakcije
- **izračunava množine tvari na temelju kemijske reakcije**, ne određuje se mjerodavni reaktant niti se računa iskorištenje reakcije

### D.1.3.

- **prikazuje** modelima čestičnu građu tvari - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi samo radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva
- **tablični i grafički prikaz:** fazni dijagram vode, krivulja zagrijavanja čvrstih tvari, krivulja topljivosti...

## Odgojno-obrazovni ishodi u 2. razredu gimnazije

KONCEPT TVARI - 2. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 4. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU TVARI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.2.1.	ANALIZIRA SVOJSTVA, SASTAV I VRSTU TVARI	- navodi i uspoređuje svojstva oksida, kiselina, baza, soli, ugljikovodika i halogenalkana - uspoređuje otopine po sastavu i svojstvima	opisuje vrste, svojstva i sastav poznatih tvari	razvrstava tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	usporeduje tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	samostalno analizira svojstva, sastav i vrstu tvari
A.2.2.	PRIMJENJUJE KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE SASTAVA TVARI  MPT IKT A.4.1.	- prikazuje čestičnu građu oksida, kiselina, baza, soli, ugljikovodika i halogenalkana	koristi se osnovnim pojmovima, kemijskim nazivljem i simbolikom za kvalitativno opisivanje sastava čistih tvari i smjesa tvari	razlikuje značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta	objašnjava značenje simboličkih prikaza	primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za kvalitativno opisivanje sastava čistih tvari i smjesa tvari
A.2.3.	KRITIČKI RAZMATRA UPOTREBU TVARI I NJIHOV UTJECAJ NA OKOLIŠ  MPT OR IV.A.2. i IV.A.3.  MPT IKT C.4.3.	- kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš	opisuje upotrebu različitih kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš	objašnjava upotrebu različitih kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš	istražuje upotrebu kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš	kritički razmatra upotrebu kiselina, baza, oksida, soli, ugljikovodika i halogenalkana te njihov utjecaj na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

A.2.1.

- u **navođenju i uspoređivanju svojstava** navedenih tvari dana je sloboda učitelju da u skladu s interesima učenika odabere metale, nemetale, njihove spojeve te ugljikovodike i halogenalkane s pomoću čijih će svojstva i promjena najbolje ostvariti predviđeni ishod
- **usporedba otopina po sastavu i svojstvima** odnosi se na koncentracije (masena, množinska), molalnost, množinski udio, pripremu otopina (uz razrjeđivanje i miješanje otopina) te na koligativna svojstva otopina (sniženje tlaka para otapala, sniženje ledišta, povišenje vrelišta, osmotski tlak)

KONCEPT PROMJENE I PROCESI - 2. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 4. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PROMJENE I PROCESI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
B.2.1.	ANALIZIRA BRZINE RAZLIČITIH PROMJENA MPT IKT A.4.1.	- analizira brzinu kemijske promjene i djelovanje čimbenika koji utječu na brzinu promjene	<b>opisuje</b> brzinu promjena anorganskih i organskih tvari prepoznajući utjecaj svih čimbenika na brzinu promjene	<b>usporeduje</b> brzine različitih promjena anorganskih i organskih tvari na osnovi podataka o utjecaju različitih čimbenika na brzinu promjena	<b>objašnjava</b> brzinu promjene i djelovanje čimbenika koji utječu na brzinu	<b>analizira</b> brzine promjena i utjecaje različitih čimbenika na brzinu promjena
B.2.2.	ANALIZIRA KEMIJSKE PROMJENE ANORGANSKIH I ORGANSKIH TVARI	- <b>usporeduje</b> kemijske promjene oksida, baza, kiselina i soli - <b>piše</b> jednadžbe navedenih kemijskih reakcija uočavajući periodičnost kemijskih svojstava elementarnih tvari - <b>piše</b> jednadžbe kemijskih reakcija supstitucije i adicije na ugljikovodicima te eliminacije na halogenalkanima - <b>kritički razmatra</b> utjecaj sudionika kemijskih promjena na okoliš	<b>prepoznaće</b> vrste kemijskih promjena, nabraja poznate primjere, te <b>prepoznaće</b> utjecaj sudionika kemijskih promjena na okoliš	<b>opisuje</b> kemijske promjene anorganskih i organskih tvari te, koristeći se rezultatima pokusa, <b>opisuje</b> utjecaj sudionika kemijskih promjena na okoliš	<b>objašnjava</b> kemijske promjene anorganskih i organskih tvari te <b>usporeduje</b> utjecaj sudionika kemijskih promjena na okoliš	<b>analizira</b> kemijske promjene organskih i anorganskih tvari te <b>kritički razmatra</b> utjecaj sudionika kemijskih promjena na okoliš

## PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOZNIH ISHODA:

### B.2.1

- analizira ovisnosti promjene koncentracije sudionika reakcije o vremenu iz kojih određuje stehiometrijske koeficijente jednadžbe kemijske reakcije i doseg reakcije
- **analizira** brzinu kemijske promjene: izrazi za prosječnu brzinu reakcije, prosječnu brzinu trošenja reaktanata i prosječnu brzinu nastajanja produkata
- **čimbenici koji utječu na brzinu promjene:** površina reaktanata, agregacijsko stanje, koncentracija, temperatura
- kemijske promjene detaljno su opisane u okviru preporuka za ostvarivanje odgojno-obrazovnog ishoda B.2.2.

### B.2.2.

- **neobvezno:** mehanizmi **reakcija supstitucije, adicije i eliminacije**
- **reakcije anorganskih tvari:** reaktivnost odabranih metala (Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Al) i nemetala (H, Cl, O, S, C, N, P), nastajanje i svojstva oksida metala i nemetala navedenih elementarnih tvari, njihovih klorida i hidrida
- **svojstva i reakcije ugljikovodika** (alkani – homologni niz, izomerija, nastajanje halogenalkana; cikloalkani – konstitucijska izomerija, adicijske reakcije cikloalkana, alkeni – homologni niz, izomerija, adicijske reakcije alkena; alkini – isto kao za alkene – osim geometrijske izomerije, supstitucijske i eliminacijske reakcije halogenalkana s jakim lužinama), polimerizacija alkena i alkina

**neobvezno:** reakcije arena

KONCEPT ENERGIJA- 2. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 4. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU ENERGIJA UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C.2.1.	POVEZUJE PROMJENE S PRETVORBOM ENERGIJE UNUTAR SUSTAVA	- opisuje promjene energije prilikom kidanja i nastajanja kemijskih veza i međučestičnih interakcija (promjene agregacijskih stanja, sinteza iz elemenata, gorenje, atomizacija...) - povezuje promjene s pretvorbama različitih oblika energije: potencijalna energija (međudjelovanja) u kinetičku (gibanje)	navodi fizikalne i kemijske promjene koje dovode do promjene unutarnje energije i entalpije sustava	opisuje pretvorbe različitih oblika energije unutar promatranočeg sustava	objašnjava promjene energije prilikom kidanja i nastajanja kemijskih veza te stvaranja međučestičnih interakcija	povezuje promjene i procese s pretvorbama različitih oblika energije unutar sustava: potencijalna energija (međudjelovanja) u kinetičku energiju (gibanje)
C.2.2.	ANALIZIRA IZMJENU ENERGIJE IZMEĐU SUSTAVA I OKOLINE I POVEZUJE IH S PROMJENAMA TIJEKOM KEMIJSKE REAKCIJE	- razlikuje egzotermne od endotermnih procesa na osnovi promjene temperature sustava i okoline tijekom kemijske reakcije - objašnjava promjenu entalpije sustava tijekom kemijske reakcije ili fizikalne promjene - povezuje promjene i procese s izmjenama energije između sustava i okoline (rad i toplina)	razlikuje egzotermne od endotermnih procesa na osnovi promjene temperature sustava i okoline tijekom kemijske reakcije	opisuje načine izmjene energije između sustava i okoline te ju povezuje s promjenom entalpije	objašnjava izmjenu energije između sustava i okoline	analizira izmjenu energije između sustava i okoline, povezuje ih s promjenama do kojih dolazi tijekom kemijske reakcije, povezuje vrijednost reakcijske entalpije s promjenama tijekom kemijske reakcije

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBJAZOVNIH ISHODA:

C.2.1.

- **pretvorba energije** podrazumijeva prijelaz jednoga oblika energije u drugi unutar sustava, primjerice, toplinske u kinetičku, potencijalne energije u kinetičku; pritom se mijenjaju unutarnja energija i entalpija sustava
- **unutarnja energija i entalpija sustava** fizikalne su veličine koje opisuju stanje sustava

C.2.2.

- **izmјena energije** događa se između sustava i okoline, a očituje se promjenom temperature sustava i okoline

- **kalorimetrijski pokus** podrazumijeva promjenu energije u sustavu, mjerene promjene temperature u sustavu tijekom kemijske reakcije i izračunavanje izmjenjene topline, promjene entalpije sustava i reakcijske entalpije te specifični toplinski kapacitet
- **reakcijska entalpija** izračunava se iz izmjenjene topline i dosega reakcije
- **neobvezno:** Hessov zakon

KONCEPT PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 2. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBJAVLJIVI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 4. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK:	ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA		
D.2.1.	POVEZUJE REZULTATE POKUSA S KONCEPTUALNIM SPOZNJAJAMA MPT IKT C.4.4.	- izvodi pokuse u okviru koncepata Tvari, Promjene i procesi, Energija - uspoređuje na temelju pokusa reaktivnost anorganskih i organskih tvari - kalorimetrijski određuje reakcijsku entalpiju - mjeri promjenu reakcijske entalpije i entalpije otapanja - uspoređuje brzine različitih kemijskih reakcija s obzirom na utjecaj različitih čimbenika	opisuje uređaje potrebne za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja	uz učiteljevu pomoć izvodi pokus	samostalno izvodi pokus	povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća
D.2.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE MPT IKT C.4.1.	- izračunava koncentraciju otopine, molalnost i množinski udio tvari, topljivost tvari - izračunava tlak para otapala iznad otopine, povišenje vrelista, sniženje ledišta i osmotski tlak - na temelju računa određuje doseg reakcije - povezuje doseg reakcije s množinom reakcijskih pretvorbi - izračunava reakcijske entalpije iz energije izmijenjene kao topline i dosega kemijske reakcije - izračunava prosječne brzine promjene sudionika reakcije kao i prosječne brzine reakcija	izriče definicije fizikalnih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze	uz učiteljevu pomoć rješava zadatke	samostalno rješava zadatke	samostalno kombinira matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka

D.2.3.	UOČAVA ZAKONITOSTI UOPĆAVANJEM PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM, MODELIMA, TABLICAMA I GRAFOVIMA MPT IKT C.4.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstrom, tablicama i grafovima</li> <li>- interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu</li> <li>- prikazuje modelima tvari uključene u promjene i procese</li> <li>- opisuje utjecaj kemijskih promjena na okoliš</li> </ul>	<b>sintetizira</b> podatke prikupljene radom na tekstu, <b>koristi</b> se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica <b>očitava</b> podatke	brojčane podatke <b>prikazuje</b> tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinacijske osi	međusobno <b>uspoređuje</b> crteže, tablične i grafičke prikaze te <b>izvodi zaključke</b> na temelju prikazanih rezultata	<b>uočava</b> zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima
--------	--	---	--	--	--	--

#### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

##### D.2.1.

- **pokus u okviru koncepata** odnose se na kemijske reakcije navedenih anorganskih i organskih tvari, čimbenike koji ubrzavaju kemijske promjene, te energijske promjene; učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda
- **anorganske i organske tvari** navedene su u preporukama pod A.2.1.

##### D.2.2.

- **račun za doseg** podrazumijeva i račun za određivanje mjerodavnoga reaktanta (na primjeru reakcije bakra i sumpora)

##### D.2.3.

- **prikazuje** modelima čestičnu građu tvari uključenih u promjene i procese - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi samo radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva
- **vrste podataka za interpretaciju:** tablice i dijagrami promjena koncentracije u vremenu reakcije, ovisnost topljivosti tvari o temperaturi, krivulje zagrijavanja čvrstih tvari i fazni dijagrami, entalpijski dijagrami za egzotermnu i endotermnu reakciju iz dijagrama promjene koncentracije u vremenu reakcije odrediti jednadžbu kemijske reakcije i na temelju odnosa stehiometrijskih koeficijenata sudionika crtati grafičke prikaze ovisnosti promjene koncentracije tvari u vremenu reakcije (povezati s D.3.3.)

## Odgojno-obrazovni ishodi u 3. razredu gimnazije

KONCEPT TVARI - 3. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBJAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 5. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU TVARI UČENIK:	ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA		
A.3.1.	ANALIZIRA SVOJSTVA, SASTAV I VRSTU TVARI MPT IKT A.5.1.	- <b>navodi</b> definicije kiselina i baza po Arrheniusu, Brønsted-Lowryju i Lewisu - <b>navodi</b> definiciju i svojstva pufera - <b>usporeduje</b> kiseline, baze i pufera po sastavu, vrsti i svojstvima - <b>usporeduje</b> organske tvari po sastavu, vrsti i svojstvima	<b>opisuje</b> svojstva, sastav i vrstu poznatih tvari	<b>razvrstava</b> tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	<b>usporeduje</b> tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	samostalno <b>analizira</b> svojstva, sastav i vrstu tvari
A.3.2.	PRIMJENJUJE KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE SASTAVA TVARI	- jednadžbom kemijske reakcije <b>prikazuje</b> promjene i procese unutar koncepta	<b>navodi</b> definicije osnovnih pojmova kemijskog nazivlja i simbolike	<b>razlikuje</b> značenja simboličkih prikaza u okviru koncepta	<b>objašnjava</b> značenje simboličkih prikaza u okviru koncepta	<b>primjenjuje</b> kemijsko nazivlje i simboliku za kvalitativno opisivanje sastava tvari
A.3.3.	KRITIČKI RAZMATRA UPOTREBU TVARI I NJIHOV UTJECAJ NA OKOLIŠ MPT OR V.A.2. i V.B.1. MPT IKT C.4.1.	- <b>kritički razmatra</b> upotrebu tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš	<b>opisuje</b> upotrebu različitih vrsta tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>objašnjava</b> upotrebu različitih vrsta tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>istražuje</b> upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>kritički razmatra</b> upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

**A.3.1., A.3.2. i A.3.3.**

– **sastav, vrsta i svojstva tvari:**

- anorganske - kiseline, baze, puferi, soli i indikatori;
- organske - alkoholi, aldehydi i ketoni (svakako treba obraditi glukozu i fruktozu), karboksilne kiseline, esteri, amini, amidi
- učitelju je ostavljena sloboda izbora navedenih tvari kojima će na najbolji način ostvariti odgojno-obrazovne ishode.
- obratiti pozornost na **jakost kiselina i baza** te ih povezati s građom molekula odnosno iona
- pri obradi **puferskih sustava** naglasiti sastav i ulogu pufera u ljudskome organizmu; puferske sustave obraditi na kvalitativnoj razini s pomoću kiselinsko-baznih reakcija, ne računati pH-vrijednost puferskoga sustava
- **Zakon kemijske ravnoteže** - konstante ravnoteža, obraditi  $K_c$ ,  $K_p$ ,  $K_w$
- pri obradi **hidrolize soli** zadržati se na kvalitativnome objašnjenju s pomoću kiselinsko-bazne teorije

KONCEPT PROMJENE I PROCESI - 3. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 5. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PROMJENE I PROCESI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
B.3.1.	ANALIZIRA BRZINE RAZLIČITIH PROMJENA	- <b>usporeduje</b> brzine kemijskih promjena anorganskih i organskih tvari na temelju podataka o utjecaju katalizatora (inhibitora)	<b>opisuje</b> brzinu promjene prepoznajući utjecaj čimbenika na brzinu promjene	<b>usporeduje</b> brzine promjena na temelju podataka	<b>objašnjava</b> utjecaj čimbenika na brzinu kemijske promjene	<b>analizira</b> utjecaje čimbenika na brzine različitih promjena
B.3.2.	PROCJENJUJE UTJECAJ ČIMBENIKA NA SASTAV REAKCIJSKE SMJESE U RAVNOTEŽNOME SUSTAVU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>usporeduje</b> uvjete dinamičke ravnoteže sustava nabrajajući načine mijenjanja stanja ravnoteže</li> <li>- <b>usporeduje</b> djelovanje čimbenika na ravnotežno stanje</li> </ul>	<b>navodi</b> čimbenike koji mogu utjecati na sastav reakcijske smjese u ravnotežnom sustavu	<b>opisuje</b> utjecaj čimbenika na sastav reakcijske smjese u ravnotežnom sustavu	<b>usporeduje</b> utjecaj različitih čimbenika na sastav reakcijske smjese u ravnotežnom sustavu	<b>procjenjuje</b> položaj dinamičke ravnoteže sustava te načine mijenjanja stanja ravnoteže u promatranome sustavu
B.3.3.	ANALIZIRA KEMIJSKE PROMJENE NA PRIMJERIMA REAKCIJA ANORGANSKIH I ORGANSKIH TVARI MPT OR V.B.1. MPT IKT C.5.3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jednadžbom kemijske reakcije <b>prikazuje</b> promjene anorganskih i organskih tvari</li> <li>- <b>određuje</b> jakost kiselina i baza</li> <li>- <b>opisuje</b> djelovanje indikatora, kiselost otopine na temelju pH-vrijednosti</li> <li>- <b>objašnjava</b> disocijaciju, ionizaciju i neutralizaciju</li> <li>- <b>objašnjava</b> hidrolizu soli s pomoću teorija o kiselinama i bazama</li> <li>- <b>kritički razmatra</b> utjecaj kemijskih promjena na okoliš</li> </ul>	<b>navodi</b> primjere kemijskih promjena anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš	<b>opisuje</b> kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te <b>opisuje</b> njihov utjecaj na okoliš	<b>objašnjava</b> kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te <b>usporeduje</b> njihov utjecaj na okoliš	<b>analizira</b> kemijske promjene na primjerima reakcija organskih tvari i anorganskih tvari te <b>kritički razmatra</b> njihov utjecaj na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

B.3.1.

- **obraditi** dijagrame koji prikazuju promjenu potencijalne energije tijekom kemijske reakcije (dijagram iz kojega se može očitati energija aktivacije, utjecaj katalizatora (inhibitora) na energiju aktivacije)

B.3.2.

- **čimbenici koji utječu na ravnotežno stanje (Le Chatelierovo načelo):** koncentracija tvari, temperatura i tlak

B.3.3.

- **reakcije anorganskih tvari:** metode dobivanja soli, oksidoreduksijske reakcije (koristeći se podatcima iz Voltina niza), oksidoreduksijske reakcije u vodenim otopinama, korozija i načini zaštite od korozije
- **neobvezno:** oksidoreduksijske reakcije u lužnatoj sredini
- **reakcije organskih tvari:** dobivanje alkohola, supstitucijske reakcije alkohola, oksidacija alkohola, oksidacija aldehida i ketona, adicije alkohola na aldehyde i ketone, esterifikacija, hidroliza estera (bez dobivanja i hidrolize masti tj. ulja), dobivanje i reakcije amina te dobivanje i reakcije amida
- **ne obrađuju se** eteri, fenoli, derivati karboksilnih kiselina (osim estera i amida), masti i ulja

KONCEPT ENERGIJA-3. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 5. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU ENERGIJA UČENIK:			ZADOVOLJAVA JUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C.3.1.	ANALIZIRA PROMJENE U ELEKTROKEMIJSKIM ČLANCIMA	- <b>usporeduje</b> promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza - <b>povezuje</b> shematski prikaz elektrokemijskoga članka s reakcijama u polučlancima	<b>prepozna</b> je promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza	<b>opisuje</b> promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza	<b>objašnjava</b> promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza	<b>analizira</b> promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza
C.3.2.	POVEZUJE ELEKTRIČNI NABOJ S PROMJENOM MNOŽINE TVARI NA ELEKTRODAMA	- <b>piše</b> matematički izraz za Faradayev zakon elektrolize - <b>objašnjava</b> povezanost Faradayeve konstante s nabojem elektrona - <b>povezuje</b> množinu elektrona s množinom izlučene tvari	<b>navodi</b> Faradayev zakon elektrolize	<b>primjenjuje</b> Faradayev zakon elektrolize pri rješavanju jednostavnijih problema	<b>opisuje</b> povezanost Faradayeve konstante s nabojem elektrona	<b>povezuje</b> Faradayev zakon elektrolize pri rješavanju složenijih problema

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

C.3.1.

- obraditi standardnu vodikovu elektrodu i standardne redukcione elektrodne potencijale, elektrokemijski (Voltin) niz,
- na primjerima **elektrokemijskih članaka** obraditi pretvorbu kemijske energije u električnu (u galvanskim člancima) i električne energije u kemijsku (u člancima u kojima dolazi do elektrolize taljevin ili vodenih otopina soli)

C.3.2.

- primijeniti Faradayev zakon za izračunavanje promjene množine tvari na elektrodama u jednome članku ili serijski spojenim člancima

KONCEPT PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 3. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 5. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK:	ZADOVOLJAVAJUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA		
D.3.1.	POVEZUJE REZULTATE POKUSA S KONCEPTUALNIM SPOZNAJAMA MPT IKT C.5.3.	- pokusom <b>uočava</b> reakcije anorganskih i organskih tvari - <b>mjeri</b> promjenu koncentracije reaktanata u ovisnosti o vremenu kemijske reakcije i temperaturi - <b>mjeri</b> pH-vrijednost otopina - <b>izvodi pokus</b> s galvanskim i elektroliznim člancima - <b>mjeri</b> potencijal članka	<b>opisuje</b> uređaj za izvedbu odabranoga pokusa te <b>bilježi</b> opažanja	uz učiteljevu pomoć <b>izvodi</b> pokuse	<b>samostalno izvodi</b> pokuse	<b>povezuje</b> rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća
D.3.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE	- <b>izračunava</b> iskorištenje reakcije - <b>izračunava</b> srednju brzinu kemijske reakcije - <b>izračunava</b> pH-vrijednost vodenih otopina kiselina i baza - <b>izračunava</b> konstante ravnoteža i sastav ravnotežne smjese - <b>izračunava</b> razliku standardnih elektrodnih potencijala - <b>povezuje</b> množinu elektrona s promjenama množine tvari na elektrodama	<b>izriče</b> definicije fizikalnih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze	uz učiteljevu pomoć <b>rješava</b> zadatke	<b>samostalno rješava</b> zadatke prikazujući mjerne jedinice	<b>samostalno kombinira</b> matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka

D.3.3.	<b>UOČAVA ZAKONITOSTI UOPĆAVANJEM PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM, TABLICAMA I GRAFOVIMA</b> MPT IKT A.5.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>prikazuje</b> podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima</li> <li>- <b>interpretira</b> različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te <b>prenosi</b> jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu</li> <li>- <b>prikazuje</b> modelima čestičnu građu tvari</li> <li>- <b>razlikuje</b> galvanski od elektroliznoga članka na temelju crteža i shematskoga prikaza</li> <li>- <b>povezuje</b> shematski prikaz elektrokemijskoga članka s reakcijama u polučlancima</li> </ul>	<b>sintetizira</b> podatke prikupljene radom na tekstu, <b>koristi se</b> crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica <b>očitava</b> podatke	<b>podatke prikazuje</b> tablično ili grafovima pravilno označavajući koordinacijske osi	<b>usporeduje</b> crteže, tablične i grafičke prikaze te <b>izvodi</b> zaključke na temelju prikazanih rezultata	<b>uočava</b> zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima
--------	---	--	--	--	--	--

#### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

##### D.3.1.

- **pokusi u okviru koncepata** odnose se na kemijske reakcije navedenih anorganskih i organskih tvari, čimbenike koji ubrzavaju kemijske promjene, te elektrokemijske reakcije; učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda
- **iskorištenje reakcije** može se odrediti na primjeru reakcije bakra i sumpora
- množinu elektrona s promjenama množine tvari na elektrodama moguće je povezati mjeranjem mase tijekom elektrolize vodene otopine bakrove soli, a razlike standardnih elektrodnih potencijala mjeranjem napona galvanskih članaka (učitelj odabire tvari i elektrode najpovoljnije za ostvarivanje ishoda)
- **anorganske i organske tvari:** objasnjene su u okviru preporuka za **A.3.1. i B.3.3.**
- **čimbenici koji utječu na ravnotežno stanje:** temperatura, tlak, sastav ravnotežne smjese

##### D.3.3.

- **prikazuje** modelima čestičnu građu tvari - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva
- **vrste podataka za interpretaciju:** energijski profili reakcija, utjecaj katalizatora i inhibitora na brzinu kemijskih reakcija, dijagram promjene koncentracije tvari u vremenu reakcije
- **neobvezno:** titracijske krivulje
- pri razradi ishoda „**prikazuje prikupljene podatke** tablicama i grafovima“ povezati preporuku opisanu u **D.2.3.** s računanjem koncentracijske konstante ravnoteže

## Odgojno-obrazovni ishodi u 4. razredu gimnazije

TEMA: ELEKTROMAGNETSKO ZRAČENJE I TVARI						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 6. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U OKVIRU TEME ELEKTROMAGNETSKO ZRAČENJE TVARI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.4.1. B.4.1. C.4.1. D.4.1.	POVEZUJE GRADU ATOMA S ENERGIJOM TE S FIZIKALNIM I KEMIJSKIM SVOJSTVIMA TVARI	- opisuje kvantno-mehanički model atoma - objašnjava apsorpciju i emisiju elektromagnetskoga zračenja pri prijelazu elektrona iz jednoga energijskog stanja u drugo - povezuje građu elektronskoga omotača s položajem elementa u periodnom sustavu elemenata - povezuje fizikalna i kemijska svojstva elementarnih tvari s položajem elemenata u periodnom sustavu - povezuje fizikalna i kemijska svojstva kemijskih spojeva s polarnošću i energijom veze	navodi građu elektronskoga omotača atoma na temelju položaja elementa u periodnom sustavu te njegova fizikalna i kemijska svojstva s obzirom na položaj u periodnom sustavu elemenata	opisuje Bohrov model atoma i raspored elektrona u elektronskome omotaču na temelju položaja elementa u periodnom sustavu elemenata	objašnjava građu atoma, apsorpciju i emisiju elektromagnetskoga zračenja pri elektronskim prijelazima te fizikalna i kemijska svojstva elementarnih tvari ovisno o energiji kemijske veze	povezuje građu atoma s apsorpcijom i emisijom elektromagnetskoga zračenja pri prijelazu elektrona iz jednoga energijskog stanja u drugo te fizikalna i kemijska svojstva elementarnih tvari i njihovih spojeva s polarnošću i energijom veze
B.4.2. C.4.2. D.4.2.	ANALIZIRA INTERAKCIJU TVARI S ELEKTROMAGNETSKIM ZRAČENJEM  MPT IKT C.5.4.	- objašnjava svojstva elektromagnetskoga zračenja te interakciju tvari i elektromagnetskoga zračenja (apsorpcija, emisija) povezujući promjene energijskih stanja elektrona u atomu s emisijskim i apsorpcijskim spektrima bojenjem plamena - istražuje primjenu spektroskopije u znanosti i tehnologiji	opisuje svojstva elektromagnetskih valova te interakciju elektromagnetskoga zračenja i tvari	objašnjava razliku između emisije i apsorpcije elektromagnetskoga zračenja	povezuje apsorpciju i emisiju elektromagnetskoga zračenja s prijelazom elektrona iz jednoga energijskog stanja u drugo	analizira apsorpcjske i emisijske spekture te istražuje primjenu spektroskopije

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:**

**B.4.2., C.4.2., D.4.2.**

- istražuje primjenu spektroskopije u znanosti i tehnologiji: npr. u medicini, forenzici, farmaciji, proizvodnji hrane, ekologiji, astronomiji (kemijski sastav zvijezda) i analitičkoj kemiji (kao jednu od metoda za određivanje kvalitativnoga i kvantitativnoga sastava smjesa)
- u okviru kvalitativnog određivanja sastava smjesa preporučuje se, primjerice, odraditi bojenje plamena vodenim otopinama soli i halogenalkanima

TEMA: KEMIJA KOLOIDA						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 6. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U OKVIRU TEME KEMIJA KOLOIDA UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.4.2. B.4.3.	ISTRAŽUJE SVOJSTVA, SASTAV, VRSTU I DOBIVANJE KOLOIDNIH SUSTAVA MPT IKT C.5.4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- opisuje sastav heterogenih smjesa razlikujući disperzno sredstvo i dispergiranu fazu</li> <li>- samostalno analizira vrstu i svojstva koloidnih sustava na temelju njihova sastava i veličine čestica dispergirane faze</li> <li>- izračunava površine koloidnih čestica</li> <li>- opisuje procese dobivanja suspenzija, emulzija, aerosolova i micela</li> <li>- uspoređuje koloidne sustave s homogenim vodenim otopinama na temelju raspršenja svjetlosti</li> </ul>	<b>navodi</b> svojstva, sastav, vrstu i metode dobivanja koloida, koristi se matematičkim vještinama i izvodi pokus u okviru koncepta	<b>razvrstava</b> koloidne sustave prema svojstvima, sastavu i vrsti, rješava zadatke uz učiteljevu pomoć te <b>prikazuje</b> podatke prikupljene pokusom	<b>uspoređuje</b> koloidne sustave prema svojstvima, sastavu i vrsti, samostalno rješava zadatke i izvodi zaključke na osnovi podataka prikupljenih tijekom izvođenja pokusa	<b>samostalno analizira</b> svojstva, sastav i vrstu koloidnih sustava na temelju prikupljenih podataka <b>primjenjujući</b> naučene eksperimentalne i računske metode te grafičke prikaze
C.4.3. B.4.4.	POVEZUJE UTJECAJ RAZLIČITIH ČIMBENIKA SA STABILNOSTI KOLOIDNIH SUSTAVA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- povezuje utjecaj međupovršinskog sloja i površinskoga naboja na stabilnost koloidnih sustava</li> </ul>	<b>razlikuje</b> hidrofilne i hidrofobne koloidne čestice i <b>navodi</b> čimbenike koji utječu na stabilnost koloidnih sustava	<b>opisuje</b> djelovanje čimbenika koji utječu na stabilnost koloidnih sustava	<b>objašnjava</b> djelovanje čimbenika koji utječu na stabilnost koloidnih sustava	<b>povezuje</b> utjecaj međupovršinskoga sloja i površinskoga naboja sa stabilnosti koloidnih sustava

A.4.3. B.4.5.	KRITIČKI RAZMATRA UTJECAJ I PRIMJENU KOLOIDNIH SUSTAVA NA ŽIVOT ČOVJЕKA I OKOLIŠ  MPT IKT C.5.4. MPT OR V.B.1.	- objašnjava procese dijalize i elektroforeze u kontekstu primjene koloidnih sustava u znanosti i tehnologiji  - kritički razmatra svojstva i primjenu površinski aktivnih tvari te njihov utjecaj na čovjeka i okoliš	<b>opisuje</b> svojstva i primjenu koloidnih sustava i njihov utjecaj na čovjekov život i okoliš	<b>objašnjava</b> svojstva i primjenu koloidnih sustava i njihov utjecaj na čovjekov život i okoliš	<b>istražuje</b> svojstva i primjenu koloidnih sustava i njihov utjecaj na čovjekov život i okoliš	<b>kritički razmatra</b> fizikalna i kemijska svojstva, primjenu koloidnih sustava i njihov utjecaj na čovjekov život i okoliš
------------------	---	--	--	---	--	---

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

C.4.3.; B.4.4.

- povezuje utjecaj nakupljenih iona u međupovršinskom sloju i površinskoga naboja na stabilnost koloidnih sustava (peptizacija, agregacija, koacervacija, djelovanje površinski aktivnih tvari, dodatak emulgatora)

TEMA: KEMIJA ODABRANIH BIOMOLEKULA						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 6. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U OKVIRU TEME KEMIJA ODABRANIH BIOMOLEKULA UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.4.4.	ISTRAŽUJE SVOJSTVA, SASTAV I VRSTU ODABRANIH BIOMOLEKULA PRIMJENJUJUĆI KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU U OKVIRU KONCEPTA MPT Zdravlje A.5.2. MPT IKT C.5.4.	- navodi svojstva, sastav i vrstu odabranih spojeva - povezuje strukturu odabranih biomolekula s njihovom funkcijom u organizmu - istražuje ulogu odabranih spojeva - primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku u okviru koncepta	opisuje svojstva, sastav i vrstu odabranih biomolekula prema svojstvima, sastavu i vrsti razlikujući značenja simboličkih prikaza te rješava zadatke uz učiteljevu pomoć i prikazuje podatke prikupljene pokusom	razvrstava odabране biomolekule prema svojstvima, sastavu i vrsti objašnjavajući značenje simboličkih prikaza i samostalno rješava zadatke te izvodi zaključke na osnovi podataka prikupljenih tijekom izvođenja pokusa	uspoređuje odabranе biomolekule prema svojstvima, sastavu i vrsti objašnjavajući značenje simboličkih prikaza i samostalno rješava zadatke te izvodi zaključke na osnovi podataka prikupljenih tijekom izvođenja pokusa	samostalno istražuje svojstva, sastav i vrstu odabranih biomolekula na temelju prikupljenih podataka primjenjujući kemijsko nazivlje, simboliku, grafičke prikaze te naučene eksperimentalne i matematičke vještine
B.4.6.	ISTRAŽUJE KEMIJSKE PROMJENE ODABRANIH BIOMOLEKULA MPT IKT C.5.4.	- istražuje kemijske promjene odabranih biomolekula - primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku te se koristi matematičkim vještinama u okviru koncepta	navodi kemijske promjene odabranih biomolekula	razlikuje kemijske promjene odabranih biomolekula primjenjujući kemijsku simboliku	objašnjava kemijske promjene odabranih biomolekula primjenjujući eksperimentalne i matematičke vještine	istražuje kemijske promjene odabranih biomolekula primjenjujući kemijsku simboliku, eksperimentalne i matematičke vještine
C.4.4.	ISTRAŽUJE ENERGIJSKE PRETVORBE TIJEKOM BIOKEMIJSKIH REAKCIJA MPT IKT C.5.4.	- istražuje djelovanje enzima u organizmu (energija aktivacije) - istražuje energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija na odabranome primjeru	navodi energijske pretvorbe unutar organizma	opisuje energijske pretvorbe unutar organizma primjenjujući kemijsku simboliku	objašnjava energijske pretvorbe unutar organizma primjenjujući eksperimentalne i matematičke vještine	istražuje energijske pretvorbe tijekom biokemijskih reakcija na odabranome primjeru (ATP) primjenjujući kemijsku simboliku, eksperimentalne i matematičke vještine

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:**

**A.4.4.**

- **navodi** svojstva, sastav i vrstu odabranih spojeva: ugljikohidrata, masti, ulja, vitamina, aminokiselina (obraditi svakako amfoternost aminokiselina), proteina i metaloproteina (hemoglobin, citokromi), nukleinskih kiselina, alkaloida. U okviru teme Kemija odabranih biomolekula, u dijelu njihovih svojstava potrebno je obraditi **stereokemiju** biomolekula.

**B.4.6.**

**kemijske promjene odabranih biomolekula:** adicija alkohola na aldehide i ketone na primjeru reakcija ciklizacije glukoze i fruktoze, esterifikacija glicerola i viših masnih kiselina, bazična i kisela hidroliza masti i ulja, nastajanje peptidne veze te dokazivanje ugljikohidrata, aminokiselina i proteina kvalitativnim testovima

TEMA: KEMIJA OKOLIŠA						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 6. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U OKVIRU TEME KEMIJA OKOLIŠA UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C.4.5.	ANALIZIRA PROMJENE ENERGIJE TIJEKOM IZMJENE I PRETVORBE ENERGIJE U OKOLIŠU MPT OR V.B.1. MPT IKT C.5.4.	- <b>istražuje</b> izmjene energije u ekosustavima - <b>analizira</b> promjene energije tijekom fotokemijskih reakcija u atmosferi te procesa koji vode do globalnoga zatopljenja	<b>opisuje</b> promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu	<b>uspoređuje</b> promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu	<b>istražuje</b> promjene energije tijekom izmjene i pretvorbe energije u okolišu	<b>analizira</b> promjene energije tijekom fotokemijskih reakcija u atmosferi te procesa koji vode do globalnoga zatopljenja
A.4.5. B.4.7.	ANALIZIRA KEMIJSKE PROMJENE NA PRIMJERIMA REAKCIJA U OKOLIŠU MPT OR V.B.1. MPT IKT C.5.4.	- <b>istražuje</b> pojavu smoga i neke reakcije biogeokemijskih ciklusa ugljika, dušika, fosfora i vode - <b>istražuje</b> kemijske promjene koje uzrokuju stanjivanje ozonskoga sloja - <b>istražuje</b> kemijske promjene koje uzrokuju globalno zatopljenje	<b>navodi</b> kemijske promjene u atmosferi, hidrosferi i geosferi koje utječu na kvalitetu življenja	<b>objašnjava</b> kemijske promjene u atmosferi, hidrosferi i geosferi koje utječu na kvalitetu življenja	<b>istražuje</b> kemijske promjene u atmosferi, hidrosferi i geosferi koje utječu na kvalitetu življenja	<b>analizira</b> kemijske promjene na primjerima reakcija u okolišu rješavajući problemske zadatke
A.4.6. B.4.8.	KRITIČKI RAZMATRA UTJECAJ TVARI NA ČOVJEKA I OKOLIŠ MPT OR V.B.1.	- <b>objašnjava</b> utjecaj pesticida, umjetnih gnojiva, teških metala i spojeva arsena na čovjeka i okoliš - <b>istražuje</b> utjecaj halogeniranih organskih spojeva na zagađivanje okoliša (npr. freona)	<b>opisuje</b> utjecaj pesticida, umjetnih gnojiva, teških metala i spojeva arsena te halogeniranih organskih	<b>objašnjava</b> utjecaj pesticida, umjetnih gnojiva, teških metala i spojeva arsena te halogeniranih organskih	<b>istražuje</b> utjecaj pesticida, umjetnih gnojiva, teških metala i spojeva arsena te halogeniranih organskih	<b>kritički razmatra</b> ulogu kemije u očuvanju okoliša i kvalitete života

	MPT IKT C.5.4.		spojeva na čovjeka i okoliš	spojeva na čovjeka i okoliš	spojeva na čovjeka i okoliš	
--	----------------	--	-----------------------------	-----------------------------	-----------------------------	--

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:**

A.4.6.

B.4.8.

- odabrani karakteristični pesticidi od povijesnog i suvremenog značenja: lindan, DDT, organofosforni spojevi
- umjetna i mineralna gnojiva
- kemija, primjena i toksikologija teških metala (npr. Hg, Cd, Cr, Pb) i arsena te njihovih spojeva – povijesni primjeri ekocida
- kemija, primjena i toksikologija halogeniranih organskih spojeva - ugljikov tetraklorid, kloroform, vinil-klorid, trikloretilen i perkloretilen kao otapala u kemijskim čistionicama, poliklorirani bifenili

TEMA: ZNANOST O MATERIJALIMA						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 6. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U OKVIRU TEME ZNANOST O MATERIJALIMA UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C.4.6.	PREDVIDA PROMJENE ENERGIJE TIJEKOM KEMIJSKIH PROMJENA MPT IKT C.5.4.	- <b>analizira</b> promjene energije tijekom kemijskih promjena u kojima sudjeluju odabране tvari koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama - <b>analizira</b> reakcije sinteze i primjene materijala te kemijsku reaktivnost odabranih tvari okolišu - <b>povezuje</b> svojstva materijala s reaktivnošću i upotrebotom - <b>kritički vrednuje</b> utjecaj materijala na čovjeka i okoliš	<b>opisuje</b> promjene energije tijekom kemijskih promjena odabranih spojeva koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama	<b>objašnjava</b> promjene energije tijekom kemijskih promjena odabranih spojeva koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama	<b>istražuje</b> promjene energije tijekom kemijskih promjena odabranih spojeva koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama	<b>predviđa</b> promjene energije tijekom kemijskih promjena odabranih spojeva koristeći se reakcijskim entalpijama ili entalpijskim vezama
B.4.9.	ANALIZIRA KEMIJSKE PROMJENE ODABRANIH TVARI MPT IKT C.5.4.	- <b>kritički razmatra</b> informacije o materijalima te procjenjuje njihovu važnost.	<b>navodi</b> kemijske promjene na primjerima odabranih tvari u okviru preporučenih tema	<b>opisuje</b> kemijske promjene odabranih tvari izvođenjem odgovarajućih pokusa	<b>istražuje</b> kemijske promjene odabranih tvari izvođenjem odgovarajućih pokusa primjenjujući matematičke vještine	<b>analizira</b> kemijske promjene i upotrebu odabranih tvari u okviru preporučenih tema razmatrajući njihov utjecaja na čovjeka i okoliš
A.4.7. B.4.10.	POVEZUJE SVOJSTVA ODABRANIH TVARI S NJIHOVOM PRIMJENOM MPT OR V.B.1. MPT IKT C.5.4.		<b>opisuje</b> svojstva i primjenu odabranih tvari u okviru preporučenih tema	<b>objašnjava</b> svojstva i primjenu odabranih tvari u okviru preporučenih tema	<b>istražuje</b> svojstva i primjenu odabranih tvari u okviru preporučenih tema	<b>povezuje</b> svojstva odabranih tvari u okviru preporučenih tema s njihovom primjenom

A.4.8.	KRITIČKI RAZMATRA INFORMACIJE O MATERIJALIMA MPT IKT C.5.4.		<b>prikuplja</b> informacije o materijalima u okviru preporučenih tema koristeći se znanstvenom i stručnom literaturom	<b>organizira</b> prikupljene informacije o materijalima u okviru preporučenih tema, u pisanome obliku	<b>prikazuje</b> prikupljene informacije o materijalima u okviru preporučenih tema, u pisanome obliku	<b>kritički razmatra</b> točnost i razlučuje bitne od nebitnih informacija o materijalima u okviru preporučenih tema
--------	--	--	---	---	---	---

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:**

**Preporučene teme:**

Anorganski i organski polimeri.

Prirodni i sintetski polimeri.

Alotropija ugljika: procesi dobivanja, svojstva i osnovne reakcije uz primjenu fulerena, nanocjevčica, grafena, grafita i dijamanta.

Organski polimeri – tumačenje svojstava i primjena na temelju strukture: celuloza, guma, najlon, kevlar, teflon, stiropor, plastične mase, vinil-polimeri.

Bojila i pigmenti.

Osnove razvoja farmaceutske industrije: spoj kao lijek i otrov.

Biološko djelovanje odabralih lijekova koje imaju povijesno značenje za čovječanstvo: sedativi (npr. talidomid), antipiretici (npr. acetilsalicilna kiselina), antibiotici (npr. penicilin, azitromicin), citostatiki (npr. cisplatin).

Učitelj u dogovoru s učenicima odabire 2-3 teme.

DOMENA PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 4. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 6. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
D.4.1.	POVEZUJE REZULTATE POKUSA S KONCEPTUALNIM SPOZNAJAMA MPT IKT C.5.4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>povezuje</b> promjene energijskih stanja atoma ili molekule s emisijskim i apsorpcijskim spektrom (na temelju boje plamena ili boje tvari)</li> <li>- <b>samostalno analizira</b> vrstu i svojstva koloidnih sustava</li> <li>- <b>izvodi</b> pokuse u okviru koncepata Tvari, Promjene i procesi, Energija</li> <li>- <b>analizira</b> uzorce vode, zraka i tla u okviru teme Kemija okoliša</li> <li>- <b>izvodi</b> pokuse u okviru teme Znanost o materijalima</li> </ul>	<b>opisuje</b> aparatu potrebnu za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja	uz učiteljevu pomoć <b>izvodi</b> mjerena i/ili postupke koji su dio pokusa	samostalno <b>izvodi</b> mjerena i postupke koji su dio pokusa	<b>povezuje</b> rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke <b>prikazuje</b> u obliku izvješća
D.4.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE MPT IKT A.5.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>izračunava</b> energiju elektromagnetskoga zračenja</li> <li>- <b>povezuje</b> energiju elektromagnetskoga zračenja s molarnom energijom ionizacije atoma</li> <li>- <b>izračunava</b> površinu i brojčanu koncentraciju koloidnih čestica</li> <li>- <b>primjenjuje</b> stehiometrijske odnose množine tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija u okviru tema Kemija prirodnih spojeva, Kemija okoliša i Znanost o materijalima</li> </ul>	<b>izriče</b> definicije fizikalnih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze	uz učiteljevu pomoć <b>rješava</b> zadatke	samostalno <b>rješava</b> zadatke prikazujući mjerne jedinice	samostalno <b>kombinira</b> matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka
D.4.3.	UOČAVA ZAKONITOSTI UOPČAVANJEM PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM, MODELIMA,	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>prikazuje</b> podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstrom, tablicama i grafovima</li> </ul>	<b>sintetizira</b> podatke prikupljene radom na tekstu, <b>koristi</b> se crtežima te iz	brojčane podatke <b>prikazuje</b> tablično ili u obliku grafova pravilno	<b>uspoređuje</b> crteže, tablične i grafičke prikaze	<b>uočava</b> zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama

	<b>TABLICAMA I GRAFOVIMA</b>  MPT IKT A.5.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>interpretira</b> različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te <b>prenosi</b> jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu</li> <li>- <b>prikazuje</b> elektronsku konfiguraciju atoma u osnovnome stanju i iona</li> <li>- <b>prikazuje</b> modelima čestičnu građu tvari</li> <li>- <b>usporeduje</b> emisijske i apsorpcijske spekture atoma i molekula</li> <li>- <b>analizira</b> podatke spektroskopskih prikaza</li> <li>- <b>grafički prikazuje i analizira</b> podatke dobivene fizikalno-kemijskim mjerjenjima (kiselo-bazne titracije, kinetička mjerjenja, kalorimetrijska mjerjenja...)</li> <li>- <b>uopćava</b> podatke dobivene analizom uzorka vode, zraka i tla</li> </ul>	grafičkoga prikaza i tablica <b>očitava</b> podatke	označavajući koordinacijske osi		i grafovima te ih opisuje riječima
--	--	--	---	---------------------------------	--	------------------------------------

**PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:**

- Teme Elektromagnetsko zračenje i tvari, Kemija koloida, Kemija okoliša, Kemija odabranih biomolekula te Znanost o materijalima sadrže ishode koji su istovremeno sastavni dijelovi koncepata Tvari, Promjene i procesi i Energija. Praktičnim se pokazalo izdvojiti koncept Prirodoslovni pristup u zasebnu tablicu jer sadrži opće ishode zajedničke svim temama (npr. stehiometrijski račun ili izvedba pokusa i prikazivanje rezultata pokusa i sl.).
- **Tema Elektromagnetsko zračenje i tvari obvezna je u svim gimnazijama**, a učitelj ovisno o interesu većine učenika i sukladno programu bira još **dvije** od četiri preostale ponuđene teme. Izabrane teme treba u cijelosti realizirati. U prirodoslovnim i prirodoslovno-matematičkim programima preporuča se realizirati teme Kemija odabranih biomolekula i Znanost o materijalima.
- Neke teme su detaljnije razrađene (vidi: razrada ishoda) pa nije potrebno navoditi posebne preporuke za njihovo ostvarivanje.
- **Prikazuje modelima čestičnu gradu tvari** - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva.
- **pokusi u okviru koncepata** odnose se na proučavanje fizikalnih i kemijskih svojstava odabranih anorganskih i organskih tvari, čimbenike koji ubrzavaju kemijske promjene, te energijske promjene: učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda za odabrane teme
- **Kemija okoliša** (ispitivanje sastava vode, zraka i tla)
- **Kemija koloida** (nastajanje emulzija, aerosolova, micela i suspenzija; sedimentacija, difuzija, Brownovo gibanje, agregacija, pokretljivost u električnom polju, raspršenje svjetlosti)
- **Kemija odabranih biomolekula** (esterifikacija, hidroliza estera, karakteristične reakcije monosaharida, disaharida, polisaharida, aminokiselina, proteina, izolacija DNA-a)
- **Znanost o materijalima** (npr. dobivanje plastičnoga sumpora, dobivanje najlona, sinteza aspirina, dobivanje pigmenata – berlinsko modrilo, termička dekompozicija amonijeva bikromata...)

## Odgojno-obrazovni ishodi u srednjim strukovnim školama s jednogodišnjim i dvogodišnjim učenjem i poučavanjem Kemije

### UVODNE NAPOMENE

U tablicama odgojno-obrazovni ishodi složeni su prema konceptima Tvari, Promjene i procesi, Energija te Prirodoznanstveni pristup. Ti koncepti usvajaju se tijekom jednogodišnjega, odnosno dvogodišnjega učenja Kemije kao općeobrazovnoga predmeta u srednjim strukovnim školama. Odgojno--obrazovni ishodi ostvaruju se primjenom eksperimentalnoga proučavanja sastava i svojstava tvari te njihovih promjena poštujući sve etape znanstvenoga istraživanja, tj. temelje se na učenju otkrivanjem. Iako pokus predstavlja središnju aktivnost za prikupljanje podataka, učenike se treba upućivati i na druge izvore znanja (stručna literatura, internet), pritom ih učeći kritičkomu procjenjivanju informacija. Osim naglaska na problemski pristup i istraživačko učenje, u kurikulumu se izrijekom ne propisuje primjena određene strategije ili metode učenja. Svakomu je učitelju dana sloboda odabira najučinkovitijega načina poučavanja kako bi učenici uspješno realizirali zadane odgojno-obrazovne ishode.

U tablicama se navodi i razrada ishoda koja služi kao pomoć učiteljima, učenicima i roditeljima u snalaženju u kurikulumu. Učitelju je ostavljena sloboda biranja najprikladnijih sadržaja, ovisno o potrebama pojedinih strukovnih programa/zanimanja. Kratice, primjerice, A.1.1. ili B.2.2. i sl. označavaju redom: koncept kojemu taj ishod pripada (A – Tvari, B – Promjene i procesi, C – Energija, D – Prirodoznanstveni pristup), razred srednje škole te redni broj odgojno-obrazovnoga ishoda koji se poučava unutar navedenog koncepta. Kratica MPT označava međupredmetnu temu, OR III.C.1. održivi razvoj (odgojno-obrazovni ciklus, domena, redni broj odgojno-obrazovnog očekivanja), IKT A.3.2 informacijsko-komunikacijsku tehnologiju (domena, odgojno-obrazovni ciklus, redni broj odgojno-obrazovnog očekivanja).

Opisane razine usvojenosti odgojno-obrazovnih ishoda ne propisuju postupak vrednovanja učeničkih znanja i razvoja njihovih vještina. One su smjernice učiteljima, učenicima i njihovim roditeljima da s većim razumijevanjem prihvate konačne brojčane ocjene.

Budući da u Republici Hrvatskoj postoje različite vrste srednjih škola, kurikulumski je pristup kemiji prilagođen svakoj od njih tako da se imalo u vidu mogućnost prohodnosti kroz srednje škole (prijelaz iz jedne vrste srednjoškolske ustanove u drugu) te nastavak daljnjega školovanja učenika.

Na kraju tablica za svaki razred odgojno-obrazovni ishodi dodatno su opisani u preporukama za njihovo ostvarivanje.

## Odgojno-obrazovni ishodi u 1. razred srednje škole s dvogodišnjim učenjem i poučavanjem Kemije

KONCEPT TVARI - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA  NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU TVARI UČENIK:	RAZINE USVOJENOSTI			
			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.1.1.	ISTRAŽUJE SVOJSTVA, SASTAV I VRSTU TVARI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>usporeduje</b> tvari po sastavu, vrsti i svojstvima</li> <li>- <b>navodi</b> fizičalna svojstva čvrstih tvari, plinova i tekućina</li> <li>- <b>usporeduje</b> tvari na temelju periodičnosti kemijskih svojstava</li> <li>- <b>usporeduje</b> temeljna fizičalna svojstva tekućina</li> </ul>	<b>opisuje</b> svojstva, sastav i vrstu poznatih tvari	<b>razvrstava</b> tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	<b>usporeduje</b> tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	samostalno <b>istražuje</b> svojstva, sastav i vrstu tvari
A.1.2.	PRIMJENJUJE KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE SASTAVA TVARI MPT IKT A.4.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>navodi</b> definicije atoma, kemijskoga elementa, izotopa, valencije, relativne atomske i molekulske mase</li> <li>- <b>navodi</b> simbole kemijskih elemenata</li> <li>- <b>prikazuje</b> Lewisovom simbolikom atome kemijskih elemenata, molekule elementarnih tvari i kemijskih spojeva te iona</li> <li>- <b>imenuje</b> i kemijskim formulama prikazuje anorganske i organske kemijske spojeve</li> <li>- <b>usporeduje</b> empirijsku i molekulsku formulu spoja</li> </ul>	<b>navodi</b> definicije osnovnih pojmova kemijskog nazivlja i simbolike te <b>piše</b> matematičke izraze koje primjenjuje u okviru koncepta	<b>razlikuje</b> značenje simboličkih prikaza u okviru koncepta i prikazuje dvoatomne čestice Lewisovom simbolikom	<b>objašnjava</b> značenje simboličkih prikaza i prikazuje višeatomne čestice Lewisovom simbolikom	<b>primjenjuje</b> kemijsko nazivlje i simboliku za kvalitativno opisivanje sastava tvari

A.1.3.	<b>POVEZUJE GRADU TVARI S NJIHOVIM SVOJSTVIMA</b> MPT IKT A.4.1.	- <b>opisuje</b> gradu atoma, iona, molekula elementarnih tvari i kemijskih spojeva - <b>povezuje</b> čestičnu građu anorganskih tvari i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima	<b>opisuje</b> čestičnu građu tvari i svojstva tvari	<b>objašnjava</b> čestičnu građu i svojstva tvari	<b>usporeduje</b> tvari prema građi i svojstvima	<b>povezuje</b> gradu anorganskih i organskih tvari s njihovim svojstvima
A.1.4.	<b>KRITIČKI RAZMATRA UPOTREBU TVARI I NJIHOV UTJECAJ NA OKOLIŠ</b> MPT OR IV.A.2. i IV.A.3. MPT Zdravlje A.4.2.A MPT IKT C.4.3.	- <b>kritički razmatra</b> upotrebu anorganskih tvari i organskih tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš	<b>opisuje</b> upotrebu različitih tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>objašnjava</b> upotrebu različitih tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>istražuje</b> upotrebu tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>kritički razmatra</b> upotrebu anorganskih tvari i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš

#### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

##### A.1.1.

- **usporedba tvari po sastavu, vrsti i svojstvima:** vrste tvari, vrste otopina
- **fizikalna svojstva** odnose se na fizikalna svojstva čistih tvari (agregacijska stanja tvari i prijelazi između njih, gustoća, talište, vrelište)
- **fizikalna svojstva smjesa:** vrste otopina i topljivost čvrstih tvari u vodi
- **agregacijska stanja tvari** povezati s kinetičkom energijom čestica
- **u periodičnosti kemijskih svojstava** obratiti pozornost na valenciju, reaktivnost, kiselost i lužnatost tvari
- **temeljna svojstva tekućina:** viskoznost, napetost površine tekućina, tlak para tekućina.

##### A.1.1., A.1.2., A.1.3.

- u obradi **građe atoma** nije potrebno obrađivati modele atoma, atomske spektre niti građu elektronskoga omotača; atom je u ovome ciklusu dovoljno opisati s pomoću protonskoga i nukleonskoga broja, a prikazati neutralne atome kemijskih elemenata Lewisovom simbolikom uvodeći pojam valentnih elektrona

##### A.1.1., A.1.2., A.1.3. i A.1.4.

- **anorganske tvari:** metali, nemetali, kiseline, baze, soli, oksidi

- **organski spojevi:** ugljikovodici, alkoholi, aldehidi, ketoni, karboksilne kiseline, **neobvezno:** obrada njihovih svojstva jer se ishod odnosi samo na čestičnu građu tih spojeva, uvođenje pojma funkcijskih skupina te načine prikazivanja strukturnih formula i nazivlje tih spojeva
- obraditi **nazivlja** anorganskih i organskih spojeva, te izomeriju na primjeru lančastih ugljikovodika, alkohola i ketona
- pri obradi građe i svojstava navedenih tvari ostavljena je sloboda učitelju da u skladu s interesima učenika i potrebama zanimanja odabere one tvari čija će građa, svojstva i promjene najbolje ostvariti predviđeni ishod; prilikom odabira tvari svakako treba voditi računa i o organskim tvarima, jer će se njihove reakcije obrađivati u **B.2.1.**

KONCEPT PROMJENE I PROCESI - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU PROMJENE I PROCESI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
B.1.1.	OBJAŠJAVA VRSTE I OBILJEŽJA KEMIJSKIH VEZA	- navodi vrste kemijskih veza i njihova svojstva - prepoznaće vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti elemenata - prepoznaće vrstu međučestičnih djelovanja - odreduje topljivost tvari na temelju polarnosti molekula	navodi vrste kemijskih veza i njihova svojstva	prepoznaće vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti elemenata	usporeduje vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti elemenata	objašnjava vrste međučestičnih djelovanja
B.1.2.	ANALIZIRA FIZIKALNE I KEMIJSKE PROMJENE MPT IKT C.4.1.	- prepoznaće fizikalne i kemijske promjene i prikazuje ih jednadžbama - objašnjava fizikalne i kemijske promjene na primjerima anorganskih tvari - kritički razmatra utjecaje kemijskih promjena na čovjeka i okoliš	prepoznaće fizikalne i kemijske promjene nabrajajući primjere poznate iz situacije učenja ili iz svakodnevnoga života te prepoznaće utjecaj fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš	opisuje fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari, opisuje utjecaj fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš	objašnjava fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te usporeduje utjecaje fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš	analizira fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te kritički razmatra utjecaje fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

**B.1.1.**

- **vrste kemijskih veza:** kovalentna (jednostruka, dvostruka, trostruka), ionska, metalna – na razini teorije elektronskoga plina;
- u obradi ionskih spojeva naglasiti međudjelovanje (elektrostatske interakcije) aniona i kationa i posljedice na njihova makroskopska svojstva, te opisati različite načine nastajanja ionskih spojeva (kristalizacijom iz vodenih otopina, reakcijom metala i kiselina, taložnim reakcijama i amonijeva klorida reakcijom amonijaka i klorovodika).
- **svojstva kemijskih veza:** duljina, jakost i polarnost
- **međučestične privlačne sile** odnose se i na kemijske veze i na međumolekulske privlačne sile

**B.1.2.**

- **fizikalne promjene:** promjene agregacijskih stanja
- **vrste kemijskih promjena:** sinteza i analiza, oksidacija - gorenje, korozija, elektroliza, fotoliza... (produbljivanje spoznaja na primjerima kemijskih reakcija poučavanih u osnovnoj školi)
- pri **proučavanju fizikalnih promjena** obratiti pozornost i na zapise koji se odnose na nastajanje kationa i aniona od neutralnih atoma, a pri proučavanju kemijskih promjena na reaktivnost, kiselost i lužnatost tvari
- **utjecaj kemijskih promjena** na čovjeka i okoliš: gorenje, elektroliza, korozija

KONCEPT ENERGIJA- 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU ENERGIJA UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C.1.1.	POVEZUJE KEMIJSKE VEZE I MEĐUČESTIČNA DJELOVANJA S FIZIKALNIM I KEMIJSKIM SVOJSTVIMA TVARI TE ENERGIJOM	- objašnjava kemijske veze i druge međučestična djelovanja u kontekstu promjene energije - povezuje kemijske veze i međučestična djelovanja s fizikalnim i kemijskim svojstvima tvari te s energijom	navodi vrste kemijskih veza i drugih međučestičnih djelovanja	opisuje kemijske veze i druga međučestična djelovanja te fizikalna i kemijska svojstva elementarnih tvari i kemijskih spojeva odabranih prema potrebama zanimanja	objašnjava kemijske veze i druga međučestična djelovanja te fizikalna i kemijska svojstva elementarnih tvari i kemijskih spojeva odabranih prema potrebama zanimanja	povezuje kemijske veze i druga međučestična djelovanja s fizikalnim i kemijskim svojstvima odabranih tvari, prema potrebama zanimanja te s energijom
C.1.2.	POVEZUJE FIZIKALNE PROMJENE TVARI S PROMJENOM TEMPERATURE I TLAKA	- opisuje agregacijska stanja tvari - opisuje promjene agregacijskih stanja ovisno o temperaturi i tlaku - povezuje kinetički dio unutarnje energije sustava s brzinom gibanja atoma i molekula te prosječnu brzinu gibanja s temperaturom sustava	navodi agregacijska stanja tvari i promjene agregacijskih stanja ovisno o temperaturi i tlaku	opisuje kinetičku energiju čestica u sustavu s pomoću njihove brzine gibanja	povezuje kinetičku energiju čestica u sustavu s pomoću njihove brzine gibanja i temperature	objašnjava kinetičku energiju čestica u sustavu i njihovu brzinu gibanja te prosječnu kinetičku energiju s temperaturom

#### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

##### C.1.1.

- **fizikalna svojstva tvari** koja ovise o vrsti kemijske veze i međučestičnim djelovanjima: talište, vrelište, topljivost
- **kemijska svojstva tvari** koja ovise o vrsti kemijske veze: reaktivnost, kiselost i lužnatost

##### C.1.2.

promjenom temperature i tlaka mijenja se kinetička energija čestica, a posljedica toga je promjena agregacijskih stanja tvari

KONCEPT PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
D.1.1.	POVEZUJE REZULTATE POKUSA S KONCEPTUALnim SPOZNAJAMA MPT IKT C.4.3.	- <b>izvodi</b> pokus u okviru koncepata Tvari, Promjene i procesi, Energija - <b>opisuje</b> agregacijska stanja tvari i promjene agregacijskih stanja ovisno o temperaturi i tlaku	<b>opisuje</b> aparaturu potrebnu za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja	uz učiteljevu pomoć <b>izvodi mjerena i ili postupke</b> koji su dio pokusa	<b>samostalno izvodi mjerena i postupke</b> koji su dio pokusa	<b>povezuje</b> rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama te ih prikazuje u obliku izvješća
D.1.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE MPT IKT C.4.1.	- <b>izračunava</b> množinu, brojnost, masu i volumen tvari na temelju jednadžbe kemijskih reakcija	<b>izriče</b> definicije fizičkih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze	uz učiteljevu pomoć <b>rješava zadatke</b>	<b>samostalno rješava zadatke</b> prikazujući mjerne jedinice	<b>samostalno kombinira</b> matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka
D.1.3.	UOČAVA ZAKONITOSTI UOPĆAVANjem PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM, MODELIMA, TABLICAMA I GRAFOVIMA MPT IKT C.4.1.	- <b>prikazuje</b> podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima - <b>povezuje</b> čestičnu građu anorganskih tvari i organskih tvari (odabranih prema potrebama zanimanja) s njihovim fizičkim i kemijskim svojstvima - <b>prikazuje</b> modelima čestičnu građu tvari - <b>interpretira</b> različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te <b>prenosi</b> jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu	<b>sintetizira</b> podatke prikupljene radom na tekstu, <b>koristi</b> se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica <b>očitava</b> podatke	brojčane podatke <b>prikazuje</b> tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinacijske osi	<b>usporeduje</b> crteže, modele, tablične i grafičke prikaze	<b>uočava</b> zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

D.1.1.

- **pokusi:** taljenje čvrstih tvari, zagrijavanje tekućina, topljivost soli u vodi..., sinteza i analiza, oksidacija - gorenje, korozija, elektroliza, fotoliza..kemijska svojstva anorganskih i organskih tvari (učitelj odabire tvari u skladu s potrebama zanimanja)

D.1.2.

- uz **račun** usvojen tijekom 3. obrazovnog ciklusa kemijski se račun produbljuje spoznajama o množini tvari, brojnosti, molarnoj masi, molarnome volumen plina, topljivosti tvari
- pri **rješavanju zadataka** treba se koristiti osnovnim kemijskim računom i stehiometrijom na temelju jednadžbe kemijskih reakcija **bez** računanja mjerodavnoga reaktanta i iskorištenja reakcije

D.1.3.

- pri **povezivanju čestične građe anorganskih i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima** obratiti pozornost na vrstu čestičnih međudjelovanja i njihov utjecaj na agregacijsko stanje, reaktivnost, kiselost, lužnatost
- **prikazuje** modelima čestičnu građu tvari - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva
- tablicama i grafovima prikazati fazni dijagram vode, krivulje zagrijavanja čvrstih tvari i krivulje topljivosti soli u vodi...

## Odgojno-obrazovni ishodi u 2. razred srednje škole s dvogodišnjim učenjem i poučavanjem Kemije

KONCEPT TVARI - 2. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 4. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU TVARI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
A.2.1.	ISTRAŽUJE SVOJSTVA, SASTAV I VRSTU TVARI	- <b>usporeduje</b> otopine po sastavu i svojstvima - <b>navodi</b> definicije kiselina i baza - <b>navodi</b> definiciju i svojstva pufera - <b>uspoređuje</b> kiseline, baze i pufera po sastavu, vrsti i svojstvima	<b>opisuje</b> svojstva, sastav i vrstu poznatih tvari	<b>razvrstava</b> tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	<b>uspoređuje</b> tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	samostalno <b>analizira</b> svojstva, sastav i vrstu anorganskih i organskih tvari
A.2.2.	PRIMJENJUJE KEMIJSKO NAZIVLJE I SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE SASTAVA TVARI  MPT IKT A.4.1.	- <b>prikazuje</b> čestičnu gradu anorganskih i organskih tvari - jednadžbom kemijske reakcije <b>prikazuje</b> promjene i procese unutar koncepta	<b>navodi</b> definicije osnovnih pojmoveva kemijskog nazivlja i simbolike koje se primjenjuju u okviru koncepta	<b>razlikuje</b> značenje simboličkih prikaza u okviru koncepta	<b>objašnjava</b> značenje simboličkih prikaza	<b>primjenjuje</b> kemijsko nazivlje i simboliku za kvalitativno opisivanje sastava čistih tvari i smjesa tvari
A.2.3.	KRITIČKI RAZMATRA UPOTREBU TVARI I NJIHOV UTJECAJ NA OKOLIŠ  MPT OR IV.A.2. i IV.A.3.  MPT Zdravlje A.4.2.A MPT IKT C.4.3.	- <b>kritički razmatra</b> upotrebu tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš	<b>opisuje</b> svojstva različitih tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>objašnjava</b> svojstva različitih tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>istražuje</b> svojstva tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>kritički razmatra</b> svojstva anorganskih i organskih tvari te njihov utjecaj na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

#### **A.2.1.**

- **definicija kiselina i baza** odnosi se na teorije o kiselinama i bazama, bez Lewisove teorije
- **usporedba otopina po sastavu** odnosi se na koncentracije otopina te na pripremu otopina
  - pri obradi **puferskih sustava** naglasiti sastav i ulogu pufera u ljudskome organizmu
- obratiti pozornost na **jakost kiselina i baza**
- razrada ishoda „**prikazuje prikupljene podatke** tablicama i grafovima” odnosi se **samo** na krivulje topljivosti.

#### **A.2.2.**

- anorganske i organske tvari navedene su u preporukama za ostvarivanje odgojno-obrazovnih ishoda **A.1.1., A.1.2., A.1.3. i A.1.4.**  
pri obradi građe i svojstava navedenih tvari ostavljena je sloboda učitelju da u skladu s interesima učenika i potrebama zanimanja odabere one tvari čija će građa, svojstva i promjene najbolje ostvariti predviđeni ishod; prilikom odabira tvari svakako treba voditi računa i o organskim tvarima, jer će se njihove reakcije obrađivati u **B.2.1.**

KONCEPT PROMJENE I PROCESI - 2. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 4. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU PROMJENE I PROCESI UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
B.2.1.	ANALIZIRA KEMIJSKE PROMJENE TVARI MPT IKT A.4.1.	- opisuje kemijske promjene anorganskih i organskih tvari jednadžbama kemijskih reakcija - objašnjava elektrokemijske promjene (oksidoreduksijske reakcije u galvanskim i elektroliznim člancima, korozija)	navodi primjere kemijskih promjena anorganskih i organskih tvari	opisuje kemijske promjene anorganskih i organskih tvari	objašnjava kemijske promjene anorganskih i organskih tvari	analizira kemijske promjene anorganskih i organskih tvari

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOZNIVIH ISHODA:

B.2.1.

- **reakcije anorganskih i organskih tvari:** birati one primjere kemijskih reakcije koje su najpogodnije za ostvarivanje ishoda prema potrebama zanimanja; u obradi **reakcija organskih tvari** obraditi reakcije supsticije, eliminacije i adicije **bez mehanizama navedenih reakcija**
- **obraditi** ugljikovodike, halogenalkane, dobivanje i oksidaciju alkohola, oksidacija aldehida i ketona, dobivanje mravlje i octene kiseline, esterifikaciju, hidrolizu estera te biološki važne spojeve prema potrebama zanimanja
- **ne obraduju se** areni, eteri, fenoli, derivati karboksilnih kiselina (osim estera), amini, amidi
- elektrokemijske promjene odnose se na oksidoreduksijske reakcije u galvanskim i elektroliznim člancima, koroziju i zaštitu od korozije

KONCEPT ENERGIJA- 2. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 4. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU ENERGIJA UČENIK:			ZADOVOLJAVA JUĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
C.2.1.	POVEZUJE PROMJENU ENERGIJE U REAKCIJSKOME SUSTAVU S IZMIJENJENOM ENERGIJOM	- razlikuje egzotermne od endoternih procesa na temelju promjene temperature sustava i temperature okoline - objašnjava utjecaj temperature na topljivost soli u vodi - povezuje energiju izmijenjenu između sustava i okoline s promjenom temperature	razlikuje egzotermne procese od endoternih procesa na temelju promjene temperature sustava	opisuje egzotermne i endotermne procese tijekom otapanja soli u vodi i neutralizacije	objašnjava utjecaj temperature na topljivost soli u vodi	povezuje energiju izmijenjenu između sustava i okoline tijekom fizikalnih i kemijskih promjena s promjenom temperature
C.2.2.	ANALIZIRA PROMJENE U ELEKTROKEMIJSKIM ČLANCIMA MPT IKT C.4.1.	- usporeduje promjene u galvanskome i elektroliznome članku na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza - izračunava razliku standardnih elektrodnih potencijala - povezuje shematski prikaz elektrokemijskoga članka s reakcijama u polučlancima	prepoznaje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka	opisuje promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza	objašnjava promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza	analizira promjene u elektrokemijskim člancima na temelju opisa članka i elektrokemijskoga (Voltina) niza

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

C.2.1. fizikalne i kemijske promjene prati **izmjena energije** između sustava i okoline, a očituje se promjenom temperature i sustava i okoline

C.2.2. na primjerima **elektrokemijskih članaka** obraditi pretvorbu kemijske energije u električnu (u galvanskim člancima) i električne energije u kemijsku (u člancima u kojima dolazi do elektrolize taljevina ili vodenih otopina soli)

KONCEPT PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 2. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 4. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
D.2.1.	POVEZUJE REZULTATE POKUSA S KONCEPTUALnim SPOZNAJAMA MPT IKT C.4.4.	- na temelju pokusa <b>objašnjava</b> kemijske i fizikalne promjene u okviru koncepata Tvari, Promjene i procesi, Energija	<b>opisuje</b> aparatu potrebnu za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja	uz učiteljevu pomoć <b>izvodi mjerena i/ili postupke</b> koji su dio pokusa te interpretira opažanja kemijskim nazivljem i simbolikom	<b>samostalno izvodi mjerena i postupke</b> koji su dio pokusa te interpretira opažanja kemijskim nazivljem i simbolikom	<b>povezuje</b> rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama te ih <b>prikazuje</b> u obliku izvješća
D.2.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE MPT IKT C.4.1.	- <b>izračunava</b> kvantitativni sastav smjesa - <b>izračunava</b> pH-vrijednost vodenih otopina jakih kiselina i baza - <b>izračunava</b> iskorištenje kemijskih reakcija - <b>izračunava</b> razliku standardnih elektrodnih potencijala	<b>izriče</b> definicije fizikalnih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze	uz učiteljevu pomoć <b>rješava zadatke</b>	<b>samostalno rješava zadatke</b> prikazujući mjerne jedinice	<b>samostalno kombinira</b> matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka
D.2.3.	UOČAVA ZAKONITOSTI UOPČAVANjem PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM, MODELIMA, TABLICAMA I GRAFOVIMA MPT IKT C.4.1.	- <b>prikazuje</b> podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima - <b>prikazuje</b> modelima čestičnu građu tvari uključenih u promjene i procese - <b>interpretira</b> različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te <b>prenosi</b> jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu	<b>sintetizira</b> podatke prikupljene radom na tekstu, <b>koristi</b> se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica <b>očitava</b> podatke	brojčane podatke <b>prikazuje</b> tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinacijske osi	<b>usporeduje</b> crteže, modele, tablične i grafičke prikaze	<b>uočava</b> zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

**D.2.1.**

- **pokusi u okviru koncepata** odnose se na kemijske reakcije navedenih anorganskih i organskih tvari, čimbenike koji ubrzavaju kemijske promjene, te elektrokemijske reakcije; učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda (u skladu s potrebama zanimanja)
- **anorganske i organske tvari** objašnjene su u okviru preporuka za **A.2.2.** i **B.2.1.**

**D.2.2.**

- kvantitativni sastav smjesa podrazumijeva **izračunavanje** masene i množinske koncentracije otopljenih tvari u vodi te topljivost soli u vodi

**D.2.3.**

- **prikazuje** modelima čestičnu građu tvari uključenih u promjene i procese - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi radi vizualizacije i u okviru reakcija navedenih anorganskih i organskih spojeva

**vrste podataka za interpretaciju:** tablice i grafovi s prikazom ovisnosti topljivosti tvari o temperaturi

## Odgojno-obrazovni ishodi u jednogodišnjem učenju i poučavanju Kemije

KONCEPT TVARI - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU TVARI UČENIK:	RAZINE USVOJENOSTI			
ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA			
A.1.1.	ANALIZIRA SVOJSTVA, SASTAV I VRSTU TVARI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>usporeduje</b> tvari po sastavu, vrsti i svojstvima</li> <li>- <b>navodi</b> fizikalna svojstva plinova, čvrstih tvari i tekućina</li> <li>- <b>usporeduje</b> temeljna fizikalna svojstva tekućina, plinova i čvrstih tvari</li> <li>- <b>usporeduje</b> tvari na temelju periodičnosti kemijskih svojstava</li> <li>- <b>navodi i usporeduje</b> svojstva anorganskih i organskih spojeva</li> <li>- <b>opisuje</b> vrste i sastav smjesa</li> </ul>	<b>opisuje</b> svojstva, sastav i vrstu poznatih anorganskih i organskih tvari	<b>razvrstava</b> anorganske i organske tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	<b>usporeduje</b> anorganske i organske tvari prema svojstvima, sastavu i vrsti	samostalno <b>analizira</b> svojstva, sastav i vrstu anorganskih i organskih tvari
A.1.2.	PRIMJENJUJE KEMIJSKO NAZIVLJE, SIMBOLIKU ZA OPISIVANJE SASTAVA TVARI  MPT IKT A.4.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- imenuje i kemijskim formulama <b>prikazuje</b> anorganske i organske spojeve</li> <li>- jednadžbom kemijske reakcije <b>prikazuje</b> promjene i procese unutar koncepta</li> </ul>	<b>navodi</b> definicije osnovnih pojmoveva kemijskog nazivlja i simbolike koji se primjenjuju u okviru koncepta	<b>razlikuje</b> značenje simboličkih prikaza u okviru koncepta	<b>objašnjava</b> značenje simboličkih prikaza u okviru koncepta	primjenjuje kemijsko nazivlje i simboliku za kvalitativno opisivanje sastava tvari
A.1.3.	POVEZUJE GRADU TVARI S NJIHOVIM SVOJSTVIMA  MPT IKT C.4.1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>opisuje</b> građu atoma</li> <li>- <b>opisuje gradu</b> molekula čistih tvari</li> <li>- <b>povezuje</b> čestičnu građu anorganskih tvari i organskih tvari s njihovim fizikalnim i kemijskim svojstvima</li> </ul>	<b>opisuje</b> čestičnu građu tvari i svojstva tvari	<b>objašnjava</b> čestičnu građu i svojstva tvari	<b>usporeduje</b> tvari prema građi i svojstvima	<b>povezuje</b> građu tvari s njihovim svojstvima
A.1.4.	KRITIČKI RAZMATRA UPOTREBU TVARI I NJIHOV UTJECAJ NA OKOLIŠ	- <b>kritički razmatra</b> upotrebu tvari u okviru koncepta i njihov utjecaj na okoliš	<b>opisuje</b> svojstva različitih tvari i	<b>objašnjava</b> svojstva različitih	<b>istražuje</b> svojstva tvari i njihov utjecaj na okoliš	<b>kritički razmatra</b> svojstva anorganskih tvari i organskih tvari

MPT OR IV.A.2. i IV.A.3. MPT Zdravlje A.4.2.A MPT IKT C.4.3.		njihov utjecaj na okoliš	tvari i njihov utjecaj na okoliš		te njihov utjecaj na okoliš
---	--	--------------------------	----------------------------------	--	-----------------------------

#### PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

##### A.1.1.

- **anorganske tvari:** metali, nemetali, kiseline, baze, soli, oksidi (vidi: **A.1.2.**)
- **organski spojevi:** ugljikovodici, alkoholi, karboksilne kiseline, biološki važni spojevi prema potrebama zanimanja; ishod se odnosi **samo** na čestičnu građu spojeva, uvođenje pojma funkcijskih skupina te načine prikazivanja strukturnih formula i nomenklaturu spojeva
- obraditi **nazivlja** anorganskih i organskih spojeva, te izomeriju na primjeru lančastih ugljikovodika, alkohola i ketona
- 
- **usporedba tvari po sastavu, vrsti i svojstvima** odnosi se na vrste tvari i vrste otopina
  - **fizikalna svojstva** plinova, čvrstih tvari i tekućina: viskoznost, napetost površine tekućina, tlak para, gustoća, talište, vreliste
  - **fizikalna svojstva smjesa** - topljivost čvrstih tvari u vodi
  - **u periodičnosti kemijskih svojstava** obratiti pozornost na reaktivnost, kiselost i lužnatost tvari
  - **vrste i sastav smjesa:** znanje iz prethodnoga ciklusa produbljuje se spoznajama vezanim uz homogene smjese, npr. vodene otopine soli
  - **usporedba otopina po sastavu** odnosi se na koncentracije otopina te na pripremu otopina
  - **kvantitativno izražavanje sastava smjesa:** množinska i masena koncentracija, volumni udio, topljivost soli u vodi

##### A.1.2.

- pri **navođenju i uspoređivanju svojstava** navedenih tvari ostavljena je sloboda učitelju da u skladu s interesima učenika i potrebama zanimanja odabere metale, nemetale, njihove spojeve te ugljikovodike, alkohole, karboksilne kiseline, estere te odabrane biološki važne spojeve prema potrebama zanimanja, čija će svojstva i promjene najbolje poslužiti za ostvarivanje predviđenoga ishoda; prilikom odabira tvari treba voditi računa i o organskim tvarima, jer će se njihove reakcije obrađivati u **B.1.1.**
- razrada ishoda "**prikazuje prikupljene podatke** tablicama i grafovima" odnosi se **samo** na krivulje topljivosti

##### A.1.3.

- pri obradi **grada atoma** nije potrebno obrađivati modele atoma, atomske spektre niti građu elektronskoga omotača; atom je u ovome ciklusu dovoljno opisati s pomoću protonskoga i nukleonskoga broja, a prikazati neutralne atome kemijskih elemenata Lewisovom simbolikom uvodeći pojam valentnih elektrona
- čestičnu građu anorganskih i organskih tvari potrebno je prikazati samo Lewisovom simbolikom (vidi razradu usvojenosti u **B.1.1.**)

KONCEPT PROMJENE I PROCESI - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U D KONCEPTU PROMJENE I PROCESI UČENIK:	ZADOVOLJAVAĆA		DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA	
B.1.1.	OBJAŠNJAVA VRSTE I OBILJEŽJA KEMIJSKIH VEZA	- <b>nabraja</b> vrste kemijskih veza - <b>prepoznaće</b> vrstu kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti elemenata - <b>prepoznaće</b> vrstu čestičnih međudjelovanja - <b>prikazuje</b> nastajanje čestica Lewisovom simbolikom	<b>navodi</b> vrste kemijskih veza i njihova svojstva	<b>prepoznaće</b> vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti elemenata	<b>usporeduje</b> vrste kemijskih veza na temelju razlike u relativnome koeficijentu elektronegativnosti elemenata	<b>objašnjava</b> vrste kemijskih veza i njihova svojstva te vrste čestičnih međudjelovanja
B.1.2.	ANALIZIRA FIZIKALNE I KEMIJSKE PROMJENE MPT IKT C.4.1.	- <b>prepoznaće</b> fizikalne i kemijske promjene odabranih anorganskih i organskih spojeva - <b>piše</b> jednadžbe kemijskih reakcija koje opisuju fizikalne i kemijske promjene odabranih anorganskih i organskih spojeva - <b>objašnjava</b> oksidoreduktijske reakcije u galvanskim člancima - <b>objašnjava</b> nastajanje korozije i načine zaštite od korozije	<b>prepoznaće</b> fizikalne i kemijske promjene nabrajajući poznate naučene primjere ili primjere iz svakodnevnoga života te <b>prepoznaće</b> njihov utjecaj na okoliš	<b>opisuje</b> fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te <b>opisuje</b> utjecaj fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš	<b>objašnjava</b> fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija anorganskih i organskih tvari te <b>usporeduje</b> utjecaj fizikalnih i kemijskih promjena na okoliš	tijekom izvedbe pokusa <b>analizira</b> fizikalne i kemijske promjene na primjerima reakcija organskih i anorganskih tvari te <b>kritički razmatra</b> njihov utjecaj na okoliš

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA:

B.1.1.

- **vrste kemijskih veza:** kovalentna (jednostruka, dvostruka, trostruka), ionska, metalna – na razini teorije elektronskoga plina; u obradi ionske veze obratiti pozornost na simbolički zapis (jednadžbu kemijske reakcije)
- u obradi ionskih spojeva naglasiti međudjelovanje (elektrostatske interakcije) aniona i kationa i posljedice na njihova makroskopska svojstva, te opisati različite načine nastajanja ionskih spojeva (kristalizacijom iz vodenih otopina, reakcijom metala i kiselina, taložnim reakcijama i amonijeva klorida reakcijom amonijaka i klorovodika).
- **svojstva kemijskih veza:** duljina, jakost i polarnost
- **čestična međudjelovanja** odnose se i na kemijske veze i na međumolekulske privlačne sile
- u **prikazivanju** nastajanje čestica Lewisovom simbolikom obratiti pozornost i na prikazivanje monoatomnih iona

B.1.2.

- **fizikalne promjene i kemijske promjene:** promjene agregacijskih stanja, sinteza, analiza, disocijacija, gorenje, korozija, reakcije u galvanskim člancima (odnosi se na baterije i akumulatore)
- **anorganski i organski spojevi** navedeni su u A.1.1.
- **promjene anorganskih i organskih spojeva:** učitelj prema potrebama zanimanja odabire tvari kojima će najbolje ostvariti ovaj ishod
- **utjecaj kemijskih promjena** na okoliš: gorenje, korozija, galvanski članci

KONCEPT ENERGIJA- 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPUTU ENERGIJA UČENIK:	ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA		
C.1.1.	POVEZUJE KEMIJSKE VEZE I ČESTIČNA MEDUDJELOVANJA SA SVOJSTVIMA TVARI I S ENERGIJOM	- objašnjava kemijske veze i druga čestična međudjelovanja - povezuje kemijske veze te druga čestična međudjelovanja s fizikalnim i kemijskim svojstvima tvari	navodi vrste kemijskih veza i druga čestična međudjelovanja	opisuje kemijske veze, druga čestična međudjelovanja te fizikalna i kemijska svojstva tvari odabranih prema potrebama zanimanja	objašnjava kemijske veze, druga čestična međudjelovanja te fizikalna i kemijska svojstva tvari odabranih prema potrebama zanimanja	povezuje kemijske veze i druga čestična međudjelovanja s izmijenjenom energijom te s fizikalnim i kemijskim svojstvima tvari odabranih prema potrebama zanimanja
C.1.2.	POVEZUJE FIZIKALNE PROMJENE TVARI S PROMJENOM TEMPERATURE I TLAKA	- opisuje agregacijska stanja tvari - povezuje promjene agregacijskih stanja s promjenom temperature i tlaka	navodi agregacijska stanja tvari i promjene agregacijskih stanja s promjenom temperature i tlaka	opisuje promjene agregacijskih stanja tvari ovisno o promjeni temperature i tlaka	objašnjava promjene agregacijskih stanja tvari ovisno o promjeni temperature i tlaka	povezuje promjene agregacijskih stanja tvari s promjenom temperature i tlaka
C.1.3.	POVEZUJE PROMJENU ENERGIJE U REAKCIJSKOME SUSTAVU S IZMIJENJENOM TOPLINOM	- razlikuje egzotermne od endotermnih procesa - povezuje promjenu temperature u reakcijskome sustavu i okolini s promjenom energije u sustavu - povezuje promjenu energije u sustavu s energijom izmijenjenom u obliku topline	razlikuje egzotermne od endotermnih procesa na temelju promjene temperature u reakcijskome sustavu	opisuje promjenu energije u reakcijskome sustavu s pomoću promjene temperature i s pomoću energije izmijenjene u obliku topline	objašnjava promjenu energije u reakcijskome sustavu s pomoću promjene temperature i s pomoću energije izmijenjene u obliku topline	povezuje promjenu energije u reakcijskome sustavu s izmijenjenom toplinom ili promjenom temperature

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

C.1.1.

- **fizikalna svojstva tvari** koja ovise o vrsti kemijske veze i drugim čestičnim međudjelovanjima: talište, vrelište, gustoća, topljivost
- **kemijska svojstva tvari** koja ovise o vrsti kemijske veze: reaktivnost, kiselost i lužnatost

C.1.2.

- u obradi **promjena agregacijskih stanja** tvari naglasiti da su te promjene posljedica promjene temperature i tlaka, te su povezane s promjenom kinetičke energije čestica

C.1.3.

u obradi **izmjene energije** naglasiti da se ona događa između sustava i okoline, a očituje se promjenom temperature i sustava i okoline

KONCEPT PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP - 1. RAZRED						
R.B.	ODGOJNO- OBRAZOVNI ISHOD	RAZRADA ISHODA	RAZINE USVOJENOSTI			
NA KRAJU 3. GODINE UČENJA I POUČAVANJA PREDMETA KEMIJA U KONCEPTU PRIRODOZNANSTVENI PRISTUP UČENIK:			ZADOVOLJAVAĆA	DOBRA	VRLO DOBRA	IZNIMNA
D.1.1.	POVEZUJE REZULTATE POKUSA S KONCEPTUALnim SPOZNAJAMA MPT IKT C.4.3.	- opisuje vrste i sastav smjesa na temelju pokusa u okviru koncepcata Tvari, Promjene i procesi i Energija	opisuje aparaturu potrebnu za izvedbu odabranoga pokusa te bilježi opažanja	uz učiteljevu pomoć izvodi mjerjenja i/ili postupke koji su dio pokusa	samostalno izvodi mjerjenja i postupke koji su dio pokusa	povezuje rezultate pokusa s konceptualnim spoznajama te prikupljene podatke prikazuje u obliku izvješća
D.1.2.	PRIMJENJUJE MATEMATIČKE VJEŠTINE MPT IKT C.4.1.	- kvantitativno izražava sastav smjesa - izračunava maseni i volumni udio, masenu i množinsku koncentraciju - izračunava razliku potencijala u galvanskome članku	izriče definicije fizičkih veličina pišući odgovarajuće matematičke izraze	uz učiteljevu pomoć rješava zadatke	samostalno rješava zadatke prikazujući mjerne jedinice	samostalno kombinira matematičke izraze pri rješavanju složenih zadataka
D.1.3.	UOČAVA ZAKONITOSTI UOPĆAVANjem PODATAKA PRIKAZANIH TEKSTOM, CRTEŽOM, MODELIMA, TABLICAMA I GRAFOVIMA MPT IKT C.4.1.	- prikazuje podatke prikupljene pokusima i/ili radom na tekstu, novim tekstom, tablicama i grafovima - prikazuje modelima čestičnu građu tvari - povezuje čestičnu građu anorganskih tvari i organskih tvari (prema potrebama zanimanja) s njihovim fizičkim i kemijskim svojstvima - interpretira različite vrste brojčanih, tabličnih i grafičkih podataka te prenosi jednu vrstu grafičkih prikaza u drugu	sintetizira podatke prikupljene radom na tekstu, koristi se crtežima te iz grafičkoga prikaza i tablica očitava podatke	brojčane podatke prikazuje tablično ili u obliku grafova pravilno označavajući koordinacijske osi	međusobno usporeduje crteže, tablične i grafičke prikaze	uočava zakonitosti uopćavanjem podataka prikazanih tekstom, crtežom, modelima, tablicama i grafovima te ih opisuje riječima

PREPORUKE ZA OSTVARIVANJE ODGOJNO-OBRZOVNIH ISHODA:

**D.1.1.**

- **pokusi u okviru koncepata** odnose se na fizikalna svojstva tvari, pripremu otopina, kemijske reakcije navedenih anorganskih i organskih tvari, čimbenike koji ubrzavaju kemijske promjene, te elektrokemijske reakcije; učitelj odabire tvari najpogodnije za ostvarivanje ishoda (u skladu s potrebama zanimanja)
- **anorganske, organske tvari** i smjese objašnjene su u okviru preporuka za **A.1.1.** i **B.1.2.**

**D.1.2.**

- **matematičke vještine** opisane su u okviru preporuka **A.1.2.** i **C.1.3.**

**D.1.3.**

- **prikazuje** modelima čestičnu građu tvari - odnosi se na 2D i 3D modele (crtež, kalotni model, model štapića i kuglica...), modelima se koristi radi vizualizacije i u okviru navedenih anorganskih i organskih spojeva
- **vrste podataka za interpretaciju:** krivulja zagrijavanja čvrstih tvari, krivulja topljivosti soli u ovisnosti o temperaturi

## E. POVEZANOST KEMIJE S DRUGIM ODGOJNO-OBRAZOVnim PODRUČJIMA, MEĐUPREDMETNIM TEMAMA I OSTALIM PREDMETIMA

Kemija je prirodoslovni predmet usko povezan s ostalim prirodoslovnim predmetima. Važna je za stjecanje kompetencija u međupredmetnim temama i ima značajnu ulogu u interdisciplinarnome učenju. Povezivanje Kemije s drugim predmetima i međupredmetnim temama važno je unutar pojedinoga odgojno-obrazovnog ciklusa, ali i u cijelome odgojno-obrazovnome procesu. Kemija primjenjuje matematička znanja i vještine te fizikalne principe, a sama je potpora biološkim znanostima i geoznanostima. Povezana je sa sljedećim predmetima:

- **Matematikom:** analiza, izračun, prikaz i interpretacija podataka nije moguća bez odgovarajućih matematičkih znanja i vještina
- **Fizikom:** osnovni fizikalni principi nužni su za usvajanje osnovnih kemijskih znanja poput nastajanja kemijskih veza te izmjene i pretvorbe energije
- **Biologijom:** za poznavanje građe i funkcije biološki važnih molekula, procesa u živim stanicama i izmjene energije tijekom metabolizma nužno je razumjeti građu tvari, osnovne kemijske reakcije organskih spojeva i energijske promjene tijekom kemijskih reakcija
- **Geografijom:** mnoge procese u atmosferi, geosferi i hidrosferi nije moguće objasniti bez poznavanja kemijske reaktivnosti i fizikalnih svojstava tvari koje izgrađuju naš planet
- **Informatikom:** informatička znanja potrebno je integrirati u kemijske sadržaje radi lakšega rješavanja kemijskih problema, oblikovanja kemijskih modela, obrade i prikaza podataka te pristupa informacijama
- **Tehničkom kulturom:** primjena znanja o gradi, vrsti te fizikalnim i kemijskim svojstvima nužna je za upotrebu različitih materijala i razvoj naprednih tehnologija
- **Povijesti, Filozofijom i Logikom:** poznavanje razvoja ljudskih ideja i civilizacije olakšava poimanje znanosti te omogućava razumijevanje razvoja društva
- **Etikom:** omogućava povezanost s etičkim pitanjima znanosti
- **Hrvatskim jezikom:** osigurava razumijevanje teksta, razvija komunikacijske vještine i čitalačku pismenost
- **stranim jezicima:** poznavanje stranih jezika omogućava korištenje stranom literaturom i snalaženje u brojnim materijalima dostupnima na internetu
- **Glazbenom umjetnosti i Likovnom umjetnosti:** spoznaje o različitim materijalima primjenjuju se u likovnoj i glazbenoj umjetnosti.

U nastavnomu predmetu Kemija dijelom se ostvaruju odgojno-obrazovna očekivanja svih međupredmetnih tema, a posebice Učiti kako učiti, Održivi razvoj, Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije, Zdravlje te Osobni i socijalni razvoj.

**Učiti kako učiti.** Ciljevi te međupredmetne teme su da učenik razvija i primjenjuje različite strategije učenja i upravljanje informacijama, upravlja vlastitim učenjem i stvara prikladno okruženje za učenje te prepoznaje vrijednost učenja.

**Održivi razvoj.** Potiče promišljanje o odgovornome odnosu prema okolišu te o doprinosu kemije napretku i poboljšanju kvalitete života postajući principe održivosti.

**Uporaba informacijske i komunikacijske tehnologije.** Važna je zbog pretraživanja informacija i dolaženja do različitih izvora te obrade, prikazivanja, objavljivanja i dijeljenja podataka.

**Zdravlje.** Doprinosi razumijevanju uloge okolišnih čimbenika na zdravlje, utjecaj štetnih tvari na zdravlje i kvalitetu života te promiče pravilan odnos prema osobnome zdravlju i zdravlju drugih ljudi.

Sve navedeno utječe na sposobnost učenika za cjeloživotno učenje, a time i na **osobni i socijalni razvoj** pojedinca.

## F. UČENJE I POUČAVANJE NASTAVNOGA PREDMETA KEMIJA

Kemija se kao zaseban nastavni predmet uči i poučava u 7. i 8. razredu osnovne škole te od 1. do 4. razreda gimnazije, a u ostalim srednjim školama u jednogodišnjim ili dvogodišnjim programima. U osnovnim školama, gimnazijama i ostalim srednjim školama kemija se uči i poučava u okviru nastavnog plana u trajanju od 70 sati po godini učenja. U završnim razredima gimnazija i srednjih škola nastavni plan predviđa učenje i poučavanje u trajanju od 64 sata u nastavnoj godini. Predloženi sadržaji i ishodi predstavljaju zajednički nacionalni programski okvir koji prati razvoj kemijske znanosti i suvremenih tehnologija koje se na njoj temelje ostavljajući učitelju slobodu izbora u metodama poučavanja, ali i u odabiru najprikladnijih primjera za ostvarenje pojedinoga ishoda ovisno o vrsti škole i afinitetima učenika. Stoga će odgojno-obrazovni ishodi biti onaj element kurikuluma koji omogućava ostvarenje konceptualnog pristupa, a sadržaji će se ishoda spiralno razvijati po razredima.

Učenje i poučavanje temeljnih spoznaja kemije izvodi se u okviru četiriju koncepata: Tvari, Promjene i procesi, Energija i Prirodoznanstveni pristup. Sva četiri koncepta protežu se tijekom svih godina učenja kemije, od osnovne škole do završnih razreda srednjih škola, postupno produbljujući spoznaje kako učenik napreduje tijekom svoga školovanja. Stoga se neki odgojno-obrazovni ishodi ponavljaju, ali u spiralnoj strukturi kurikuluma oni donose novi i produbljeni sadržaj prilagođavajući ga razvojnoj dobi i sposobnosti učenika. U četvrtome razredu srednjih škola s četverogodišnjim programom kemije sadržaj je učenja i poučavanja koncipiran u pet tematskih područja koja odražavaju ideju suvremenog pristupa učenju kemije, **kemija u kontekstu**:

1. **Elektromagnetsko zračenje i tvari** obuhvaća spoznaje o građi atoma i subatomskim česticama od povijesnih modela atoma do kvantno-mehaničkog pristupa te o promjenama energijskih stanja atoma i elektromagnetskih zračenja s kojima su usko vezane.
2. **Kemija koloida** bavi se koloidnim otopinama, njihovim svojstvima i područjima njihove primjene. Sastavni je dio svih aspekata ljudskog života i djelovanja, od navika odijevanja i prehrane do stanovanja, higijenskih navika i razvoja tehnologije.
3. **Kemija odabranih biomolekula** poseban naglasak stavlja na kemijske sadržaje koji su važni za organizaciju života, čovjekovo zdravlje i održivost životnih procesa u organizmu.
4. **Kemija okoliša** važan je dio općeg obrazovanja, doprinosi kvalitetnom životu suvremenoga čovjeka i održivom razvoju čovjekove neposredne okoline i planeta u cijelini.
5. **Znanost o materijalima** pruža uvid u suvremene dosege kemije od sadržaja koji obuhvaćaju kemiju polimernih materijala (prirodnih i sintetskih) do sinteza lijekova.

Navedena tematska područja osmišljena su tako da produbljuju prethodno usvojene ishode unutar svih koncepata, stavljuju ih u kontekst primjene te ističu održivi razvoj i interdisciplinarnost kemijskih sadržaja.

Tema **Elektromagnetsko zračenje i tvari obvezna je u svim gimnazijama**, a učitelj ovisno o interesu većine učenika i sukladno programu bira još **dvije** od četiri preostale ponuđene teme. Izabrane teme, kao i obveznu, treba u cijelosti realizirati. U prirodoslovnim i prirodoslovno-matematičkim programima preporuča se realizirati teme Kemija odabranih biomolekula i Znanost o materijalima.

U svim vrstama srednjih škola (gimnazije, strukovne srednje škole s jednogodišnjim i dvogodišnjim programom učenja i poučavanja Kemije) **obvezno je usvajanje svih navedenih odgojno-obrazovnih ishoda**, kroz opisanu razradu pojedinog ishoda.

Predmet učenja i poučavanja Kemije jesu tvari i njihove promjene, što je najlakše razumjeti iskustveno, tj. pokusom. Stoga je preporuka učenje i poučavanje organizirati u dvosatu. Obrazovna istraživanja danas pokazuju da je najmanje uspješna tzv. predavačka nastava kojoj je u središtu učitelj, što znači da se znanja i vještine ne mogu tek prenijeti, već se moraju

steći i razviti aktivnim sudjelovanjem u procesu učenja i poučavanja. Zato se, kako bi se postigli najbolji rezultati učenja, u učenju i poučavanju Kemije preporuča iskustveno učenje ili učenje otkrivanjem. Ta strategija jamči aktivno učenje u kojemu se učenika stavlja u središte odgojno-obrazovnoga procesa, a sadrži sve etape spoznajnog procesa.

**Iskustveno učenje ili učenje otkrivanjem** polazi od postavljanja problema ili pitanja, a vlastitom se aktivnošću izvode zaključci i pronađe rješenja u okviru predmetnih sadržaja. U učenju otkrivanjem možemo uvrstiti tri ključne nastavne metode za učenje kemije: istraživanje, projekt i simulaciju.

Istraživanje uključuje:

- uočavanje i postavljanje problema
- oblikovanje pretpostavki (ili hipoteza) o rješenju problema
- prikupljanje podataka ponajprije promatranjem i izvođenjem pokusa, ali i radom na tekstu ili drugim dostupnim izvorima podataka, anketom i sl. u skladu s temom istraživanja
- izvođenje zaključaka o točnosti pretpostavki, čime se dolazi do rješenja problema.

Projekt je nešto složenija metoda koja uključuje iste etape kao istraživanje, ali uz prethodno planiranje. Osim željenoga cilja planiraju se sredstva, slijed postupaka, oblik rada na projektu (rad u skupinama, individualni) i vremenski okvir projekta. Iskustva stečena realizacijom projekata sistematiziraju se, izvode se zaključci koji se obično navode u obliku izvješća.

Simulacija se provodi kad nije moguće ostvariti iskustvo u stvarnoj situaciji. Tu se također polazi od postavljanja problema, od neke zamišljene situacije za koju tražimo rješenje. Nakon toga učenici ostvaruju međudjelovanja s drugim učenicima ili se simulacija odvija u virtualnom okruženju gdje se koriste dostupnim informacijskim i komunikacijskim tehnologijama, osobito računalnim simulacijama.

Budući da se neki mentalno složeniji kemijski koncepti i ključni sadržaji ne mogu obraditi isključivo iskustvenim učenjem, potrebno je i **poučavanje**. Nastavne metode poučavanja uključuju mnogo postupaka koji su učiteljima kemije na raspolaganju. Grupirane su u tri glavne skupine: problemsko poučavanje, heurističko poučavanje i programirano poučavanje.

**Problemsko poučavanje** uključuje niz nastavnih postupaka kao što su izlaganje, razgovor, odgovaranje na pitanja, rad na literaturnim podatcima, demonstracijski pokus, laboratorijski rad i sl.

**Heurističko poučavanje** također polazi od problema ili pitanja, ali učitelj učenika postupno vodi k rješenju, a ne daje mu gotove odgovore.

**Programirano poučavanje** jest oblik analitičkoga poučavanja. Problem koji se poučava prezentira se učenicima tako da se podijeli na elemente koji se izvršavaju određenim slijedom i zahtijevaju aktivno sudjelovanje učenika, a nakon svake od tih etapa učenik treba dobiti povratnu informaciju. Najčešće uključuje programirane tekstove, nastavne listiće, računalne programe i sl. Sve navedene nastavne metode (i postupci koje te metode uključuju) primjenjuju se u učenju otkrivanjem u radu u skupinama ili u samostalnome obliku rada s učenicima. Programirano je učenje osobito prikladno za samostalni rad učenika.

Imajući u vidu ciljeve predmeta Kemija i materijalna sredstva potrebna za njihovo ostvarenje, preporuča se veću skupinu učenika (razred) podijeliti na nekoliko manjih skupina, što doprinosi uspješnijemu procesu učenja i poučavanja te omogućava postizanje najboljih rezultata učenja. Postupci koji se mogu primjeniti tijekom takva oblika rada su sljedeći: radionice, seminari, *case-study* (proučavanje slučaja), oluja ideja i sl.

U **radionici** učenici aktivno sudjeluju u procesu učenja i poučavanja izvodeći pokuse, raspravljujući o rezultatima pokusa i interpretirajući rezultate, tj. izvodeći zaključke.

Tijekom **seminara** učenici imaju priliku izložiti vlastita istraživanja usmeno ili u pisanome obliku te ih komentirati s drugim učenicima i učiteljem, a **proučavanje slučaja (*case-study*)** pruža im mogućnost dubljega uvida u znanstvena istraživanja.

**Oluja ideja** kreativan je postupak motivacije učenika za iznošenje vlastitih ideja o rješavanju nekog problema u kratkome vremenu, a primjerenošć neke ideje otkriva se tijekom rasprave.

Osim stjecanja kognitivnih znanja svi ti postupci omogućavaju socijalizaciju učenika, jačaju njihovu samostalnost i samopouzdanje, razvijaju njihove komunikacijske vještine te sposobnost kreativnog i kritičkog promišljanja.

Nema određenoga pravila koje bi propisivalo kad i kako će se primijeniti neka nastavna strategija, metoda ili postupak. Izbor ponajprije ovisi o ciljevima učenja i ključnome sadržaju koji se poučava i u konačnici predstavlja kreativno djelovanje učitelja. Učenici su odgovorni za svoje učenje, a učitelji za poticanje učenika na aktivno sudjelovanje u procesu učenja. Odabrana nastavna strategija, metoda ili postupak treba podrazumijevati i razvoj međupredmetnih kompetencija, primjerice, matematičkih kompetencija ili kompetencija u okviru Održivog razvoja. Iako nema preciznih uputa kako postupiti u kojoj nastavnoj situaciji ili koja bi metoda/postupak dala najbolji rezultat, pri njihovu izboru treba imati na umu osnovna didaktička načela čije poštivanje učenje i poučavanje Kemije čini uspješnijim:

- prema **načelu pozitivne usmjerenosti** treba birati takve metode/postupke koji potiču učenikovo samopouzdanje i pronalaze njegove pozitivne strane
- prema **načelu individualizacije** treba birati takve metode/postupke koji omogućavaju da svaki učenik napreduje svojim tempom i na sebi svojstven način; pritom učitelj mora imati u vidu učenike s posebnim obrazovnim potrebama
- **načelo primjerenošću** odnosi se na primjerenošć metoda/postupaka konceptu ili sadržaju, ali i na primjerenošć sadržaja dobi i sposobnostima, tj. mogućnostima učenika
- prema **načelu aktivnosti** vodi se računa o tomu što će raditi učenici, a što učitelj
- **načelo ekonomičnosti** odnosi se na utrošak vremena, ali i materijalnih sredstava potrebnih za učenje i poučavanje.

Za uspješno ostvarenje predviđenih ciljeva predmeta Kemija potrebno je i odgovarajuće okruženje koje će pogodovati njihovu ostvarenju. Nastavu Kemije potrebno je izvoditi u specijaliziranoj učionici, uz koju postoji i posebna prostorija za odlaganje i čuvanje kemikalija, posuđa i pribora te pripremu pokusa. Učionica ne mora imati posebne laboratorijske stolove, ali mora biti opremljena električnim i vodovodnim instalacijama, kanalizacijskim odvodom i treba imati omogućeno prirodno provjetravanje. Od ostale nestandardne učioničke opreme, za udovoljavanje minimalnim uvjetima sigurnog izvođenja procesa učenja i poučavanja Kemije potrebno je imati demonstracijski stol, sudoper, klupu ili ormarić za odlaganje poslužavnika s laboratorijskim priborom. Prostorija za odlaganje i pripremu pokusa mora biti opremljena električnim i vodovodnim instalacijama, kanalizacijskim odvodom te treba imati ormare za odlaganje pribora i kemikalija. Većina škola danas ima pristup internetu pa bi i učionica kemije trebala biti opremljena računalom, projektorom i

projekcijskim platnom. Zbirke nastavnih pomagala te kompleti laboratorijskoga pribora i kemikalija ovise o učiteljevu načinu rada i materijalnim mogućnostima škole, stoga se ne mogu propisati. Svakako bi trebale sadržavati **osnovni** pribor i kemikalije potrebne za sigurno izvođenje pokusa predviđenih ključnim sadržajima predmeta.

Konačno, učitelj treba poticati učenika na učenje u školi i izvan nje (u prirodi i u različitim ustanovama). Škola kao ustanova treba poticati suradnju s roditeljima, lokalnom zajednicom, gospodarskim subjektima i akademskom zajednicom radi unapređivanja i obogaćivanja iskustava učenja te pristupa tehnologijama i znanstvenim spoznajama.

#### PODJELA I UPORABA MODELA U UČENJU I POUČAVANJU KEMIJE

Učenje i poučavanje kemije temelji se na poučavanju znanstvenih koncepata. Međutim, malo toga što smo u stanju opaziti u svojoj okolini (na makroskopskoj razini) možemo objasniti bez korištenja *modela* ili prikaza na submikroskopskoj razini. Pri tomu valja imati na umu da učenici tijekom poučavanja stvaraju vlastite mentalne koncepte, koji su individualni i drugima nedostupni. Ovisno o njihovom iskustvu, prethodnim znanjima, stavu i sl., ti se koncepti mogu razlikovati od znanstvenih. Zato nam mora biti jasna važnost oblikovanja i uporabe modela u nastavi kemije.

*Modeli* povezuju ciljeve učenja i poučavanja sa teorijom u njihovoј pozadini: „*Model je sve ono što je trenutno vidljivo, a može povezati iskustvo sa apstrakcijom, u nastojanju da se apstrakcija razumije*“.<sup>1</sup>

Modeli se, prema Gilbertu, mogu podijeliti u tri glavne kategorije: **znanstveni modeli, obrazovni modeli, učenički modeli.**<sup>2</sup> Prije kratkog pojašnjenja što pripada kojoj od ovih triju kategorija, treba naglasiti da se donekle terminološki razlikuju nazivi triju kategorija u odnosu na doslovni prijevod – treća kategorija u doslovnom prijevodu bi se nazivala *modelima koje pokazuju (izražavaju, oblikuju,..) učenici*, što je za potrebe ovog teksta skraćeno u *učenički modeli*.

#### Znanstveni modeli

Kao što im ime govori, koriste se za opisivanje, objašnjavanje i prikazivanje znanstvenih pojavnosti, zbog čega su zapravo usmjereni ka znanstvenoj zajednici. Znanstveni model pojednostavljen je slika realnog sustava koja omogućava lakši kvantitativni (fizikalni ili matematički) opis. Oni su podložni stalnoj promjeni, tj. njihova uporaba rađa njihovom izmjenom. Dobar primjer u tom smislu je predodžba o strukturi atoma kroz povijest: Thompsonov model, kojeg slijedi Raderfordov model, zatim Bohrov model itd.

#### Obrazovni modeli

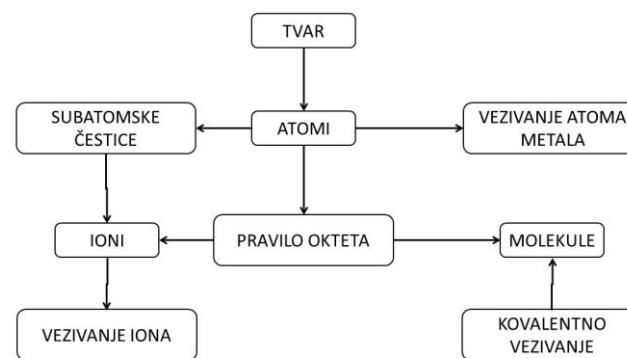
Ovi se modeli koriste za potrebe obrazovanja, tj. prilikom poučavanja kemije, u nastavi. Mogu se razlikovati po namjeni, pa nailazimo na potpodjele: *kurikulumski modeli, usuglašeni ciljani modeli, modeli za poučavanje*. Donosilac kurikuluma interpretira znanstvene modele i uvrštava ih u kurikulum, ovi se zatim prevode u usuglašene ciljane modele koje obično nalazimo u udžbenicima, a posljednja faza transformacije je prevođenje usuglašenih modela u modele za poučavanje kemije direktno, u nastavi. Primjer za prethodno je sljedeći:

<sup>1</sup> Gilbert, J.K., Pietrocola, M., Zylbersztajn, A., Franco, C. (2000). Science and education: Notions of reality, theory and model. In J.K. Gilbert and C.J. Boulter (eds.), *Developing models in science education* (p.343). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

<sup>2</sup> Gilbert je 2005. objavio rad na ovu temu u knjizi *Visualisation in Science Education*. Knjiga je objavljena u izdanju Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands. (op. a.)

modeli atoma kroz povijest su znanstveni modeli, koji su uvršteni u kurikulum u određenoj fazi obrazovanja, model atoma je za potrebe udžbenika pojednostavljen i pojašnjen kroz ciljani model građe atoma i subatomske čestice u njegovu sastavu, a učitelj ga dalje pojednostavljuje u tzv. *model za poučavanje*, koristeći različite ilustracije, simulacije, crteže i sl.

Modeli za poučavanje su bilo koja teorijska konstrukcija namijenjena nastavi kemije. U ovu vrstu modela ubrajamo npr. vizualne prikaze atoma, ali i kemijske zakone. Modeli za poučavanje su zapravo alat kojim se služimo u nastavi da bismo razvili razumijevanje kemijskih koncepata. U početku oni služe za objašnjenje na jednostavnoj razini (npr. od čega je sastavljen atom). Kako poučavanje napreduje, stvaraju se korelacije među pojmovima i znanje se nadograđuje i produbljuje, stvarajući tzv. *mrežu pojmova*, koja je podloga za razumijevanje koncepata (djelomično je takva mreža prikazana slikom 1.).



Slika 2. Primjer prikaza mogućeg modela uključenog u mrežu koncepta kemijskog vezivanja atoma.

Time omogućujemo učenicima da odgovore na važno (ako ne i najvažnije) pitanje u nastavi kemije: *zašto* se nešto događa ili ponaša tako kako se događa tj. ponaša. Učiteljeva je namjera da modele za poučavanje i njima pripadajuće mreže posluže učenicima za objašnjenje stvarnosti i produbljivanje spoznaja.

#### Učenički modeli

Osnovni je cilj da učenici iskoriste modele poučavanja i njihove mreže za oblikovanje vlastitog razumijevanja kemijskih koncepata. Međutim, učenje je samo po sebi još jedna interpretacija, ovaj put učenikova interpretacija nastavnika modela. Učenici temeljem metoda poučavanja pokušavaju razumjeti stvarnost i pojave, ali pritom često stvaraju vlastite teorije ili pretpostavke. One mogu biti u raskoraku sa znanstvenim činjenicama jer apstraktna razina korištenog modela ne mora biti u suglasju sa makroskopskim iskustvom učenika. Jedna od većih prepreka i razloga zašto se kemiju doživljava „teškim predmetom“ upravo je apstraktnost modela za poučavanje. Taj je između nastavnika modela i

učenikova modela često se u literaturi navodi pojmom *pogrešnog razumijevanja* ili *miskoncepcije*. U istraživačkoj literaturi nalazimo mnoge primjere kako premostiti jaz između modela koje izabiru učitelji i onih koje učenik stvara tijekom učenja.<sup>3</sup>

Među najkorištenijim načinima da se spriječi opisani problem je korištenje *antropomorfizama* (pridavanje ljudskih obilježja i logike objektima i stvarima, npr. u izrazima *atom teži stabilnosti*, *atom daje elektrone*, ...). Osim antropomorfizama, nešto rjeđe se koriste tzv. *teleološki izrazi*, kad se stvarima ili procesima pridaje svijest: *nastoji postići stabilnost, ravnotežu* i sl.

*Analogije* se obično koriste u opisivanju nekog događaja (npr. *atom je građen poput Sunčeva sustava*).

Možda najprihvaćeniji i najčešće korišten alat danas u smislu rješavanja problema miskoncepcije zahvaljujemo napretku informacijsko-komunikacijskih tehnologija. Svaki računalni izvor koji sadrži informacije (u obliku teksta, animacije, simulacije, 3D-prikaza) može biti kognitivni alat, ako je prethodno oblikovan tako da odražava specifične ciljeve učenja. Svaki od navedenih alata ima dobre i loše strane, ali su digitalni izvori najmanje zbunjujući učenicima.

Koji god model odabiremo, valja imati na umu da učenicima prethodno treba objasniti da su modeli samo trenutno prihvaćene ideje koje osnažuju razumijevanje kemijskih koncepata, da su podložni izmjenama u skladu s razvojem znanosti i u trenutnoj su svezi sa stvarnošću.

Predmetni kurikulum kemije sadrži niz mogućnosti za modeliranje nastave, neki od tih modela su navedeni unutar ključnih sadržaja (npr. Lewisova elektronska teorija, privlačne sile, Brønsted – Lowryjeva teorija o kiselinama i bazama, i sl.) a neki u okviru preporuka za ostvarivanje odgojno – obrazovnih ishoda i u pratećem materijalu kroz metodičke priručnike, u okviru razrade aktivnosti.

## G. VREDNOVANJE ODGOJNO-OBRAZOVNIH ISHODA U NASTAVNOME PREDMETU KEMIJA

Vrednovanje učeničkih postignuća sastavni je dio procesa učenja i poučavanja te treba biti planirano tako da pruži učenicima kontinuiranu, kvalitetnu povratnu informaciju koja će imati motivirajući učinak te omogućiti napredak u učenju.

Više je razloga zašto je vrednovanje izazovan dio odgojno-obrazovnoga procesa:

- učenici većinom uče da bi položili ispit i u pravilu malo nauče izvan konteksta zadatka
- u razredima s velikim brojem učenika velika količina sadržaja koju treba obraditi ostavlja malo vremena za kontinuirano praćenje i kvalitetno, tj. objektivno vrednovanje svakoga učenika
- tradicionalne metode vrednovanja često nisu dostačne da bi se procijenile kompetencije koje nisu vezane isključivo za kognitivnu domenu ili da bi se vrednovalo postignuće onih učenika koji imaju različit stil učenja od uobičajenoga pasivnog auditivnog stila.

<sup>3</sup> Za daljnje čitanje vidi Abdo, K. (2012), doktorska dizertacija, *Relationships between models used for teaching chemistry and those expressed by students*, Linnaeus University Press, Sweden.

S obzirom da različiti pristupi i metode vrednovanja dopuštaju da učenici pokažu što znaju, razumiju i mogu učiniti te da bi vrednovanje odrazilo ciljeve predmeta Kemija, osim **vrednovanja naučenoga** primjenjuju se i pristupi **vrednovanja za učenje i vrednovanja kao učenje**.

**Vrednovanje za učenje** sastoji se od niza aktivnosti kojima je svrha praćenje rada i napredovanja svakoga učenika (formativno vrednovanje). Kontinuirano praćenje rada učenika omogućava pravovremeno poduzimanje potrebnih mjeru kako bi svaki učenik postigao optimalne rezultate. Učestalim povratnim informacijama o svome radu i napredovanju učenici mogu aktivno sudjelovati i kreirati svoj put do željenih razina postignuća.

Metode kojima se provodi vrednovanje za učenje su sljedeće: razgovor, učeničke mape (portfolio), rješavanje problema kao školski i/ili domaći rad, kratke pisane provjere znanja, opažanje učenikova ponašanja tijekom rada (individualnoga ili u skupini), provjera domaćega rada, sudjelovanje u razrednim raspravama ili u raspravama u skupinama, dnevnik učenja i dr.

**Vrednovanje kao učenje** temelji se na ideji da učenici putem vrednovanja uče, što nužno podrazumijeva aktivno uključivanje učenika u proces vrednovanja. Pritom učenici razvijaju metakognitivnu svijest o procesu učenja koja, pak, omogućava samoregulaciju vlastitoga učenja. U procesu samoregulacije učenja razvija se samostalnost, samopouzdanje i odgovornost, što su ciljevi učenja i poučavanja Kemije.

Metode kojima se provodi vrednovanje kao učenje su sljedeće: samoanaliza, samovrednovanje i postupci kojima razredni kolege vrednuju rad skupine ili para.

**Vrednovanje naučenoga** podrazumijeva procjenu razine usvojenosti znanja, vještina i vrijednosti na kraju određenoga obrazovnog razdoblja u odnosu na predmetnim kurikulumom definirane odgojno-obrazovne ishode (sumativno vrednovanje). Kriteriji vrednovanja učeničkih postignuća temelje se na ishodima te razinama usvojenosti znanja i vještina postavljenim u kurikulumu nastavnoga predmeta Kemija. Kriterijima se određuje što svaki učenik mora znati i moći učiniti za pojedinu školsku ocjenu te što učenici trebaju pokazati kako bi mogli prijeći u viši razred ili na višu obrazovnu razinu. Kriterijsko vrednovanje omogućava usuglašavanje kriterija ocjenjivanja, čime se povećava objektivnost ocjenjivanja na nacionalnoj razini.

Metode vrednovanja naučenog su sljedeće: usmena i pisana provjera, vrednovanje praktičnog i/ili projektnog rada, laboratorijski izvještaj, eseji i dr.

Vrednovanje naučenoga provodi i osmišljava učitelj, a osim toga unutarnjeg vrednovanja može se provoditi hibridno i vanjsko vrednovanje. Vanjsko vrednovanje provodi se u obliku ispita državne mature, a hibridno vrednovanje predstavlja spoj unutarnjeg i vanjskoga vrednovanja u kojemu ispitni centar sastavlja sadržajno i metodološki provjerene zadatke, a učitelj se njima koristi i dobiva konkretne povratne informacije o rezultatu svojih učenika. Tim se rezultatima može koristiti za praćenje učenika (bilježeci ocjenu ili napomenu u bilješkama).

Vrednovanje za učenje i vrednovanje kao učenje mogu, ali ne moraju rezultirati brojčanom oznakom (ocjenjivanjem), ali vrednovanje naučenoga kao ishod ima brojčanu oznaku (ocjenu).

Osim navedenoga, osigurava se procjena određenih čimbenika učenja i rada u predmetu koji se smatraju elementima generičkih kompetencija definiranih Okvirom nacionalnoga kurikuluma. To su:

1. odgovornost (ispunjava svoje obveze i izvršava zadatke, zadaće i radove u skladu s dogovorom; poštuje rokove; preuzima odgovornost za vlastito učenje i ponašanje u školskome okruženju; ulaže trud i ustraje u učenju i radu)
2. samoinicijativnost i samoregulacija (samostalno uči; rješava zadatke i izvršava aktivnosti; ispunjava obveze uz minimalne poticaje učitelja; iskorištava vrijeme na satu za rad i učenje; planira, prati i regulira vlastito učenje)
3. komunikacija i suradnja (uspješno komunicira i surađuje s drugim učenicima i učiteljem).

Elementi generičkih kompetencija procjenjuju se ljestvicom od tri stupnja (potrebna podrška, dobro, izvrsno).

Predmetni kurikulum Kemije stavlja u fokus razvijanje prirodoznanstvenog pristupa istraživanju, tj. zapažanje, opisivanje, analiziranje, povezivanje i primjenu temeljnih koncepata kemije. Ciljevi učenja i poučavanja Kemije, osim stjecanja znanja, razvoj su vještina rješavanja problema, razvijanje inovativnosti i kreativnosti. Naglasak je stavljen na proces stjecanja znanja i vještina, a ne samo na nastavne sadržaje.

Stoga je važno koristiti se metodama vrednovanja i ocjenjivanja:

- koje daju povratne informacije o stupnju usvojenosti vještina koje učenici uspiju razviti, kao što je ispravno korištenje priborom i kemikalijama, uspješno praćenje uputa, prikupljanje i interpretacija rezultata, istraživanje i prezentacija informacija na organizirani način
- koje su usmjerene vrednovanju kognitivnih procesa više razine (razumijevanje, analiza podataka ili rezultata, sinteza, primjena, procjena, donošenje zaključaka, kritičko mišljenje), čime potiču razvoj konceptualnog i proceduralnog znanja.

Prosudbe o postignuću učenika i dodijeljene ocjene grupiraju se u tri elementa ocjenjivanja, od kojih su obvezna prva dva: *usvojenost odgojno-obrazovnih ishoda i prirodoznanstveni pristup*. Naziv i sadržaj trećega elementa ocjenjivanja učitelj ima slobodu formulirati i izabrati tako da odražava njegove specifične zahtjeve u učenju i poučavanju Kemije.

Usvojenost odgojno-obrazovnih ishoda kao element ocjenjivanja podrazumijeva prosudbe o znanju i razumijevanju koncepata, pojnova, činjenica i postupaka u kemiji.

Prirodoznanstveni pristup podrazumijeva prosudbe o vještinama povezivanja rezultata pokusa s konceptualnim spoznajama, primjeni matematičkih vještina i uočavanju zakonitosti uopćavanjem podataka.

Brojčane i opisne ocjene dobivene vrednovanjem za učenje i samovrednovanjem mogu se unositi u bilješke o radu i napredovanju učenika. Procjene elemenata generičkih kompetencija definiranih Okvirom nacionalnoga kurikuluma također se unose u bilješke o radu i napredovanju, a dokumentiraju u svjedodžbi.

Zaključna ocjena treba odražavati ono što je učenik dominantno pokazao u vrednovanju naučenoga u pojedinim elementima, ali i znanja i vještine procijenjene u vrednovanju kao učenje i za učenje. Zaključna se ocjena izvodi uzimajući u obzir težinu (*ponder*) pojedinog elementa ocjenjivanja. Ukoliko se učitelj odluči za dva elementa ocjenjivanja, oba sudjeluju ravноправно u izvođenju zaključne ocjene. U slučaju izbora triju elemenata ocjenjivanja usvojenost nastavnih sadržaja nosi 40 % ocjene, koliko i prirodoznanstveni pristup, a ostatak

(20 %) treći element ocjenjivanja po izboru učitelja. Primjer izvođenja zaključne ocjene pomoću težinskih udjela ocjena (ponderiranja) opisan je u Pojmovniku. Osim zaključne ocjene učitelj daje i sumarnu procjenu usvojenosti određenih elemenata generičkih kompetencija.

Kako bi se zadovoljile odgojno-obrazovne potrebe učenika s teškoćama, kurikulum se prilagođava u skladu sa smjernicama Okvira za poticanje i prilagodbu iskustava učenja te vrednovanje postignuća djece i učenika s teškoćama.

Kako bi se zadovoljile odgojno-obrazovne potrebe darovitih učenika, uvodi se razlikovni kurikulum u skladu sa smjernicama Okvira za poticanje iskustava učenja i vrednovanje postignuća darovite djece i učenika.

## H. POJMOVNIK PREDMETNOGA KURIKULUMA KEMIJE

Pojmovnik sadrži pojmove iz Prijedloga kurikuluma nastavnoga predmeta Kemija koje je potrebno dodatno objasniti ili im se osnovno značenje razlikuje od značenja u okviru kemijskoga konteksta.

1. **AKTIVNO UČENJE** suvremeni je pristup učenju u kojemu su učenici aktivni konstruktori vlastitog znanja. Usmjerava odgovornost za učenje prema učeniku, a učitelj je moderator zbivanja u razredu. Učenici moraju biti angažirani, moraju razgovarati, raspravljati, činiti i biti uključeni u rješavanje problema, a ne samo slušati. Strategije učenja poput istraživačkoga učenja ili projektne nastave promoviraju aktivno učenje<sup>4</sup>.
2. **ČESTIČNI CRTEŽ** je dvodimenzionalni model koji različitim simbolima omogućava vizualizaciju čestica. Koristan je alat pri analizi, provjeri i unapređenju usvojenosti kemijskih koncepcata te otkrivanju alternativnih koncepcata. Primjenjiv je u različitim područjima kemije na svim razinama formalnog obrazovanja<sup>5</sup>.
3. **ČESTIČNA RAZINA PRIKAZA** – vidi pod **razine prikaza**.
4. **DISOCIJACIJA – IONIZACIJA**. Disocijacija je razlaganje ionskih spojeva na ione, a razlaganje kovalentnih spojeva na ione djelovanjem nekoga otapala te nastajanje iona od elementarnih tvari uobičajeno se naziva ionizacijom.
5. **DOSEG REAKCIJE** jest množina reakcijskih pretvorbi (broj reakcija izraženih u molovima), uključuje i račun za određivanje mjerodavnog reaktanta.
6. **ENERGIJSKI PROFIL REAKCIJE** odnosi se na dijagram kojim se prikazuje promjena potencijalne energije tijekom puta (kemijske reakcije), često se označava i energija aktivacije kemijskih reakcija te prijelazno stanje.
7. **ETIČKI PRISTUP ISTRAŽIVANJU** podrazumijeva etiku u svim dijelovima znanstvenoga istraživanja. U okviru prikupljanja i korištenja literaturnim izvorima podrazumijeva prikidanje ponašanje prema tuđemu intelektualnom vlasništvu ili autorskome radu (citiranje, tj. navođenje ili označavanje izvora, navođenje tuđih nacrta istraživanja). Etički pristup u okviru prikupljanja i obrade podataka jest objektivno, točno i potpuno bilježenje podataka te pažljivo i prikladno ponašanje prema ispitanicima (pravo na obavijest o cilju istraživanja, pravo na anonimnost, privatnost i davanje pristanka ispitanika na objavljivanje podataka). Konačno, etika se podrazumijeva i u fazi obrade, analize i interpretacije podataka. Odnosi se na obvezu objektivnoga prikazivanja i interpretiranja istinitih podataka te na izvođenje zaključaka na temelju stvarnih rezultata istraživanja<sup>6</sup>.

<sup>4</sup> više o aktivnome učenju: [https://www.ydae.purdue.edu/lct/HBCU/documents/Active\\_Learning\\_Creating\\_Excitement\\_in\\_the\\_Classroom.pdf](https://www.ydae.purdue.edu/lct/HBCU/documents/Active_Learning_Creating_Excitement_in_the_Classroom.pdf); <http://scaleup.ncsu.edu/>; <http://www.merlot.org>

<sup>5</sup> Šimić, S. Uporaba čestičnog crteža pri analizi, usvajanju, provjeri i unaprjeđenju konceptualne razine znanja u nastavi kemije. URL: [http://www.pmfst.unist.hr/wp-content/uploads/2014/06/SEMINAR\\_1\\_Simicic.pdf](http://www.pmfst.unist.hr/wp-content/uploads/2014/06/SEMINAR_1_Simicic.pdf) (učitano 12. 2. 2016.)

<sup>6</sup> Tkalac Verčić, M.; Sinčić Čorić, D.; Paloški Vokić, N. Priručnik za metodologiju istraživačkog rada. URL: <http://www.manager.hr/adminmax/images/upload/AKCIJE/metodologija.pdf> (učitano 12. 2. 2016.)

- 8. GENERIČKE KOMPETENCIJE** ključne su kompetencije koje se smatraju neophodnima za osobnu realizaciju i razvoj pojedinca, njegovo uključivanje u društvo i zapošljavanje. Obuhvaćaju znanje, vještine i stavove.
- 9. ISKORIŠTENJE ENERGIJE** jest udio energije koja se može iskoristiti u odnosu na ukupnu energiju nekoga izvora, primjerice, udio svjetlosne energije koju daju žarulje u odnosu na ukupnu energiju sustava (dio koji se oslobođi kao toplina).
- 10. KEMIJA U KONTEKSTU** – učenje i poučavanje kemije temelji se na proučavanju zdravstvenih, društvenih, političkih, ekonomskih i etičkih pojava i/ili problema s kojima je kemija, na bilo koji način, povezana. Tijekom proučavanja navedenih pojava razvija se znanje i razumijevanje temeljnih kemijskih koncepcata.
- 11. KEMIJSKA SIMBOLIKA** jest dio specifičnoga jezika kemije, sustav simbola kojima se označavaju kemijski elementi, elementarne tvari i kemijski spojevi. Obuhvaća i simbole kojima se prikazuju kemijske promjene ili procesi (jednadžba kemijske reakcije, strelice smjera, strelice kojima se prikazuje prijenos elektrona pri mehanizmima kemijskih reakcija, Lewisove strukturne formule i sl.).
- 12. KEMIJSKA NAZIVLJE** jest dio specifičnoga jezika struke, sustav naziva kojim se koriste kemičari. Proučava opise pojmove, odnose i veze među njima, oblikovanje definicija, ustroj i stvaranje nazivlja (nomenklature) i sl.
- 13. KOMPETENCIJE** označavaju skup znanja, vještina i stavova koje je osoba samostalno i odgovorno stekla tijekom učenja<sup>7</sup>.
- 14. KONCEPT** je pojam, zamisao, mišljenje; označava ideju ili uopćenu predodžbu koja nastaje na temelju iskustva (ili sklopa informacija) pojedinaca, a sažima zajedničke značajke pojedinačnih pojava koje karakteriziraju koncept.
- 15. KONCEPTUALNO ZNANJE** odnosi se na međusobnu povezanost temeljnih elemenata veće strukture koja im omogućava zajedničko funkcioniranje (obuhvaća poznavanje pojmove, pravila, klasifikacija, kategorija, principa i generalizacija te teorija, modela i strukture).
- 16. LEWISOVA SIMBOLIKA** odnosi se na Lewisovu elektronsku teoriju o prikazivanju kemijskih veza. Lewisova simbolika podrazumijeva osnovne strukture u kojima se simbolom kemijskoga elementa prikazuje tzv. srž atoma, a valentni elektroni atoma prikazuju se točkicama, kao i prikazivanje struktura kemijskih spojeva.
- 17. MAKROKONCEPT** je nadređeni ili krovni koncept, može se raščlaniti na niže razine koncepta koje učenik treba razumjeti kako bi svijet i promjene u njemu sagledavao putem povezanosti bioloških, kemijskih i fizikalnih promjena.
- 18. MAKROSKOPSKE PROMJENE TVARI** okom su vidljive fizikalne i kemijske promjene tvari, npr. rezanje papira, gorenje, sublimacija joda i sl.
- 19. MAKROSKOPSKA RAZINA PRIKAZA** – vidi pod **razine prikaza**.
- 20. MATERIJALI** su tvari koje karakterizira jedno ili više specifičnih svojstava zbog kojih se od njih izrađuju uporabni ili korisni proizvodi. Opća je podjela na kemijske elemente, kemijske spojeve i legure, umjetno dobivene spojeve i složene materijale. Mogu se podijeliti i po podrijetlu (prirodni i umjetni), po vrsti (metali i legure, polimeri, keramike, kompozitni materijali, biomaterijali, nanomaterijali, „pametni“ materijali i sl.).
- 21. METAKOGNITIVNO ZNANJE** jest najviša dimenzija znanja (činjenično, konceptualno, proceduralno i metakognitivno znanje), znanje o spoznaji općenito te svijest o vlastitome znanju. Općenito je to znanje o različitim strategijama učenja, mišljenja i rješavanja problema. U kemiji metakognitivno znanje podrazumijeva sažimanje kemijskih sadržaja, znanje o metodama i tehnikama korištenim u kemijskim procesima, znanje o tehnikama rješavanja određenih problema te o vlastitim prednostima ili nedostacima pri izvršavanju zahtjeva učenja i poučavanja kemije.

<sup>7</sup> Dželalija, Mile (ur.) 2009. HRVATSKI KVALIFIKACIJSKI OKVIR – Uvod u kvalifikacije.  
URL: [www.kvalifikacije.hr/fgs.axd?id=714](http://www.kvalifikacije.hr/fgs.axd?id=714)

- 22. MODELI** u kemiji mogu imati više oblika: to mogu biti mentalni modeli (ideje), crteži, fizički trodimenzionalni prikazi, računalne animacije i sl. Različiti modeli opisuju neku pojavu na različite načine, a način njihova korištenja ovisi o tomu što se njima želi pokazati. Ovdje se riječ model rabi u smislu prikazivanja građe, strukture i svojstava tvari unutar dviju ili triju dimenzija. Uobičajeno se pod tim pojmom misli na bilo kakav crtež (kemijske formule, Lewisove strukturne formule, grafikon, dijagram, krivulju) i model molekula u trima dimenzijama (kuglica i štapić, žičani model, kalotni model i sl.).
- 23. PIKTOGRAMI** su slike na deklaraciji kemijskih proizvoda koje sadrže simbol upozorenja i određenu boju radi pružanja informacija o štetnosti toga proizvoda ili te tvari na zdravlje čovjeka ili okoliš. Prema uredbi CLP-a (Classification, Labeling, Packaging) Europske unije, novi su piktozimi u obliku crvenoga dijamanta s bijelom pozadinom. Zamjenjuju stare narančaste kvadratne oznake. Stari se piktozimi na deklaracijama kemikalija moraju zamijeniti do 1. lipnja 2017.
- 24. PROCEDURALNO ZNANJE** jest znanje o tome kako nešto učiniti, tj. poznavanje vještina i postupaka povezanih s predmetom Kemija, poznavanje tehnika i metoda, poznavanje kriterija o primjeni određenih postupaka.
- 25. PROCES (KEMIJSKI PROCES)** jest niz kemijskih promjena tvari u laboratorijskoj ili tehnološkoj proizvodnji konačnoga produkta. Često su praćene i fizikalnim promjenama (promjena agregacijskoga stanja, temperature i sl.).
- 26. RASAP ENERGIJE** jest gubitak energije sustava (kao topoline), a posljedica je pretvorbe jedne vrste energije u drugu unutar samoga sustava. Gubitkom (degradacijom) energije sustav gubi sposobnost vršenja korisnoga rada. Hlađenje toploga tijela smatra se nepovratnim gubitkom energije.
- 27. RAZINE PRIKAZA** kemijski su sadržaji koji se obično predstavljaju na trima razinama međusobno povezanih prikaza: makroskopski (pokus, iskustvo osjetilima), submikroskopski (ioni, atomi, molekule) i simbolički (simboli, formule, jednadžbe, modeli). Makroskopske pojave učitelj obično objašnjava na submikroskopskoj razini, a simboličkom se razinom služi za njihovo prikazivanje<sup>8</sup>.
- 28. SAMOREGULACIJA UČENJA** jest samousmjeravajući proces kojim učenici preoblikuju svoje mentalne sposobnosti u akademske vještine, aktivno sudjeluju u procesu učenja, koriste se misaonim procesima, emocijama i ponašanjem kako bi postigli zacrtane ciljeve. Samoregulacijom učenja mogu se objasniti razlike između stvarnoga i očekivanoga učenikova postignuća<sup>9</sup>.
- 29. STILOVI UČENJA** načini su na koji učenici najviše vole učiti i kojima postižu najbolje rezultate. Razumijevanje vlastitoga stila učenja može pomoći pri učenju u smislu postizanja maksimuma kapaciteta učenja, a učenje može učiniti ugodnijim i učinkovitijim. Mnogo je različitih stilova učenja temeljenih na različitim teorijama učenja. Obično se otkrivaju posebno oblikovanim testovima<sup>10</sup>.
- 30. SUBMIKROSKOPSKA RAZINA PRIKAZA** – vidi pod **razine prikaza**.
- 31. TEŽINSKI UDJEL (PONDERIRANJE)** jest postupak dodjeljivanja važnosti pojedinim veličinama pri izračunavanju srednje vrijednosti. Njime se možemo koristiti pri vrednovanju učeničkih postignuća. Za pozitivne brojeve  $a = (a_1, a_2, \dots, a_n)$  i  $t = (t_1, t_2, \dots, t_n)$ , aritmetička sredina s težinama, čija je oznaka  $A(a, t)$ , brojeva  $a_1, a_2, \dots, a_n$  definira se kao:

$$A(a, t) = (\underline{a}_1 \underline{a}_1) + (\underline{a}_2 \underline{a}_2) + \dots + (\underline{a}_n \underline{a}_n) / (\underline{a}_1 + \underline{a}_2 + \dots + \underline{a}_n). \text{ Brojevi } t_1, t_2, \dots, t_n \text{ zovu se težine ili ponderi}^{11}.$$

<sup>8</sup>Johnston, A.H. 1991. Why is sciencedifficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted learning*, 7, 75 – 81.

<sup>9</sup>Lončarić, D. 2008. Uloga samoreguliranog učenja u održivom razvoju obrazovanja. U V. Uzelac i L. Vujičić (Ur.), *Cjeloživotno učenje za održivi razvoj* (191. – 196. str.). Rijeka: Učiteljski fakultet.

<sup>10</sup>više o stilovima učenja može se saznati na URL adresama <http://www4.ncsu.edu/unity/lockers/users/f/felder/public/ILSdir/styles.htm> ili <http://vark-learn.com/uvod-u-vark/>

<sup>11</sup>Pečarić, J. 1996. *Nejednakosti*. Zagreb: HMD, p.13.

Primjer (izračunavanje zaključne ocjene): učenik je ocijenjen tri puta pri čemu se ocjene različito vrednuju, tj. pridružuju im se težine. Neka su te ocjene  $a_1 = 5$ ,  $a_2 = 3$  i  $a_3 = 2$  i neka su  $t_1 = 4$ ,  $t_2 = 4$  i  $t_3 = 2$  težine tih ocjena redom. Aritmetička sredina s težinama tih ocjena iznosi 3,60 (umjesto uobičajeno izračunane vrijednosti za aritmetičku sredinu koja je 3,33).

32. **UNUTARNJA ENERGIJA** jest ukupna energija sustava koja uključuje potencijalnu energiju (interakcije među česticama) i kinetičku energiju (proizlazi iz svih gibanja čestica u sustavu).
33. **VIZUALIZACIJA** je vidljiv prikaz neke informacije u obliku crteža, grafikona, tablica, modela i sl. Istraživači razlikuju vizualnu percepciju (sliku objekta u trenutku kad ga vidimo i kakvoga ga vidimo), vizualnu imaginaciju (mentalni model nevidljivoga objekta) i prostornu imaginaciju (mentalni model u opipljivome smislu). Uobičajeno se ostvaruje uporabom nastavnih sredstava poput modela molekula (2D ili 3D), pri čemu 3D modeli mogu biti fizički ili apstraktni. Učinkovitije je poučavanje uporabom 3D modela, ali najprije fizičkih zatim apstraktnih<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup>više o vizualizaciji u Luetić, M. 2008. *Vizualizacijski pristup povezivanju odnosa strukture i funkcije bioloških makromolekula*. Magistarski rad. PMF Split. Sveučilište u Splitu.